



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

TAIMIKON PERUSTAMISEN LAADUN PA- RANTAMINEN METSÄNHOITOYHDISTYS POHJOIS-PIRKALLA

Emma-Ilona Tervonen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018
Metsätalous



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalous

EMMA-ILONA TERVONEN

Taimikon perustamisen laadun parantaminen Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkalla

Opinnäytetyö 56 sivua, joista liitteitä 12 sivua
Toukokuu 2018

Metsänhoitoyhdistysten palvelujen tarkoituksena on kannattava liiketoiminta. Yksi Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan metsänhoitopalveluista on päätehakkuun jälkeinen metsänuudistaminen, johon kuuluvat maanmuokkaus sekä metsänviljely. Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan tarjoama maanmuokkauksen ja istutuksena toteutetun metsänviljelyn laatu on viime vuosina jäänyt osittain heikoksi.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää syitä taimikonperustamisen palvelujen heikolle laadulle. Tutkimusongelmana toimi taimimäärän arvion epätarkkuus. Tutkimus toteutettiin maastomittauksin. Lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin ja analysoitiin työn toteuttajien omavalvontaa.

Maastomittauksissa selvisi, että maanmuokkauksen tiheys on jäänyt systemaattisesti liian harvaksi. Tämän myötä myös istutustiheys jäi harvaksi. Muokkausjäljen harvuuden syitä olivat useimmiten työmaan haastava maasto ja haastava maalaji. Myös muut työmaan ominaisuudet hankaloittivat taimikon perustamista. Muita ominaisuuksia olivat muun muassa säästöpuuryhmät, metsäautotiet ja ajourat sekä hakkuutähde. Myös hakkuutähde-teen määrä ja sijoittelu työmaalla hankaloitti maanmuokkausta.

Osa taimikon perustamista hankaloittavista tekijöistä olivat sellaisia, joihin toimihenkilö pystyy vaikuttamaan huolellisella suunnittelulla sekä työmaaohjeilla. Kuitenkin myös maanmuokkaajien sekä metsurien istutuksena toteuttamassa työnjäljessä on parannettavaa. Maanmuokkauksen sekä istutuksen tiheyden tulisi täyttää vähintään lain vaatima alaraja, ja tätä voidaan kehittää huolellisemmalla laadunvalvonnalla.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Program in Forestry

EMMA-ILONA TERVONEN

Quality Development of Forest Regeneration for Pohjois-Pirkkas Forest Management Association

Bachelor's thesis 56 pages, appendices 12 pages
May 2018

Forest management associations offer forestry services. The benefit of forest management services is economical business for associations. Forest regeneration is one service of the Pohjois-Pirkkas Forest Management Association. It includes soil preparation and arboriculture. During the last couple of years, the quality of the service of soil cultivation and forestation has been poor in the Pohjois-Pirkkas Forest Management Association.

The purpose of this thesis was to research the reasons for the poor quality of forest regeneration services. The basis for the research was inexactitude of the estimation of the amount of saplings. The research included forest measuring and analyzing the self-monitoring made by contractors.

The research revealed that the density of the soil preparation was sparse. The result of this is sparsity of saplings. The reasons of the poor quality of forest regeneration were usually challenging ground and soil. There were also other reasons, for example retention trees, forest paths, strip roads and energy wood. Also logging residue complicated the acts of forest regeneration.

Part of the reasons for the poor quality of reforestation could be fixed by the employee with careful planning and work instructions. Also the contractors could increase monitoring to ensure the legal requirements of sapling density are met. This is achievable with systematic quality monitoring.

Key words: forestation regeneration soil preparation quality

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	METSÄNUUDISTAMISTOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU.....	7
2.1	Säästö- ja lahoppuut.....	7
2.2	Vesiensuojelu ja suojakaistat	10
2.3	Taimikon perustamista helpottavat tekijät	11
2.4	Sähkölinojen huomioiminen uudistusalalla	12
3	MAANMUOKKAUS JA TAIMIEN ISTUTUS METSÄNUUDISTAMISTOIMENPITEINÄ.....	13
3.1	Maanmuokkauksen hyödyt	13
3.1.1	Vesitalous.....	14
3.1.2	Lämpötila ja ravinteet	14
3.1.3	Tukkimiehentäi	14
3.1.4	Maaperä.....	15
3.2	Kohoumia muodostavat maanmuokkausmenetelmät	15
3.3	Paakkutaimen istutus metsänviljelykeinona kivennäismaalla	17
3.3.1	Istutuksen puulajikohtaiset suositukset.....	18
3.3.2	Istutusajankohdat ja -käytännöt.....	18
3.3.3	Istutustiheyden vaatimukset ja suositukset eteläisessä Suomessa	19
4	TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO	21
4.1	Tutkimusmenetelmä.....	21
4.2	Aineisto.....	21
4.2.1	Aineiston kerääminen maastosta.....	22
4.2.2	Maanmuokkaajien ja istuttajien omavalvonta-aineisto.....	24
5	TULOKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI.....	26
5.1	Muokkaus- ja istutustiheys	26
5.2	Omavalvontalomakkeet	30
5.3	Työmaiden ominaisuudet.....	31
5.4	Metsätoimihenkilön työn laatu	37
5.5	Tutkimuksen luotettavuus.....	38
5.5.1	Tutkimusongelma ja otos	38
5.5.2	Suunnitelma ja raportointi.....	39
6	KEHITYSEHDOTUKSET JA YHTEENVETO	40
6.1	Huomioita työn laadusta	40
6.2	Laadunseuranta	41
6.3	Yhteenveto	42
	LÄHTEET.....	43

LIITTEET	45
Liite 1. Maastomittauslomake	45
Liite 2. Maanmuokkauksen omavalvontalomake	46
Liite 3. Metsänistutuksen omavalvontalomake	47
Liite 4. UPM:n taimikon inventoinnin kenttätööhje	49

1 JOHDANTO

Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkka on Pirkanmaalla toimiva metsänhoitoyhdistys. Sen toiminta-alueeseen kuuluvat Ruoveden, Oriveden, Juupajoen, Länkipohjan, Virtain sekä Mänttä-Vilppulan kunnat ja lisäksi osa Tampereelta ja Ylöjärveltä. Yhdistyksellä on 29 vakituista työntekijää ja sen päätoimipiste on Ruovedellä.

Metsänuudistustoimenpiteet kuuluvat osaksi yhdistyksen palveluita. Uudistustoimenpiteet avohakkuun jälkeen käsittävät uudistusalan raivauksen, maanmuokkauksen, metsänviljelytyöt ja taimikonhoidon. Vuosittain yhdistyksellä on maanmuokkauksen työmaita 900–1000 hehtaaria ja istutustyömailta 600–700 hehtaaria. Loput työmaista uudistetaan metsänomistajien itse istuttamana, kylvönä sekä luontaisena uudistamisena. Istutuskaudella 2017 yhdistyksellä oli 630 hehtaaria istutustyömailta, joille istutettiin Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan teettämänä työnä 825 000 taimea.

Istutettavat taimet tilataan aina istuttamista edeltävänä vuonna, joten arvion on osuttava lähelle todellista istutusmäärää. Arvio tehdään Hyvän metsänhoidon suositusten (Joen-su, Kauppila, Lindén & Tenhola, 2012) mukaan. Taimimäärän arvioinnista huolimatta taimia on jäänyt työmailta yli istutusrakan jälkeen. Taimimäärän arviota on alennettu, mutta siitä huolimatta taimia on jäänyt työmailta yli.

Tasokkaat metsänuudistamispalvelut ovat osa Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan toimintaa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää syyt sille, miksi arvioitu taimimäärä jää kauaksi todellisuudesta. Tutkimuksen tavoitteena on löytää ongelmaan taimikon perustamiseen tähtäävien palvelujen laadun kehittämisen kannalta olennaiset syyt. Opinnäytetyön tutkimuksen perusjoukko on Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan työnä vuonna 2017 istutetut uudistamisen kannalta epäonnistuneet työmaat. Työmailla selvitetään sekä maanmuokkauksen että istutuksen työnlaatua ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Maanmuokkauksen sekä istutuksen laatuun vaikuttavia tekijöitä ei ole aiemmin tutkittu Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkalla.

2 METSÄNUUDISTAMISTOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU

Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkalla uudistamisketjun suunnittelee aina alueen vastaava toimihenkilö. Uudistamistoimenpiteet suunnitellaan jo leimikon tekemisen yhteydessä. (Kujala 7.3.2018.) Uudistusalan pinta-alan mukaan tilataan istutettavat taimet istutusta edeltävänä vuonna. Taimet tilaa kerralla Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan taimivastaava.

Uudistusalan suunnittelussa on otettava huomioon Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan noudattamat Hyvän metsänhoidon suositukset (Joensuu ym. 2012) sekä PEFC- sertifikaatin kriteerit. Suositukset ja sertifikaatit vaikuttavat muun muassa vesistöjen suojavyöhykeisiin, säästöpuuryhmiin ja lahopuun määrään. Nämä vaikuttavat suoraan muokattavan uudistusalan pinta-alaan. Lisäksi pinta-alaan vaikuttavat ojat, metsäautotiet ja auki pidettävät ajourat. Nämä tulee ottaa huomioon työmaan pinta-alan koossa. (Rantala 2014, 86.) Työmaan pinta-ala määrittää alueelle tilattavien istutustaimien määrän.

Tässä kappaleessa esitellään taimikon perustamiseen vaikuttavia tekijöitä, jotka on hyvä ottaa huomioon jo uudistustoimenpiteitä suunnitellessa. Lähteinä on käytetty pääasiassa Metsänhoitoyhdistyksen noudattamia Hyvän metsänhoidon suosituksia (Joensuu ym. 2012), PEFC-sertifikaattia, tuotettua tutkimusmateriaalia sekä alalla käytettävää opetusmateriaalia. Suurin osa lähteistä on tuoreita, mutta osa tutkimus- sekä opetusmateriaalista on tuotettu 2000-luvun alkupuolella. Opinnäytetyön tekijä luottaa lähteinään käyttämiinsä tutkimusraportteihin, sillä niitä ei ole kumottu uusilla tutkimustuloksilla.

2.1 Säästö- ja lahopuut

Säästöpuu on elävä puu jota ei uudistushakkuussa kaadeta. (Joensuu ym. 2012, 185.) Säästöpuuryhmä voi muodostua elävistä ja kuolleista, eri puulajien eri-ikäisistä puista. Uudistushakkuulle jätetään säästöpuuryhmiä luonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi (kuva 1). Säästöpuilla on monimuotoisuuden kannalta erilaisia vaikutuksia, jotka riippuvat säästöpuuryhmän ominaisuuksista. Säästöpuilla voidaan jäljitellä metsikön varhaisia kehitysasteita, jotka seuraavat luonnollista häiriötä kuten metsäpaloja tai laajoja tuulenskaatoja. Säästöpuilla voidaan ylläpitää pienilmasto-olosuhteita, jotka vallitsivat ennen

uudistushakkuun toteuttamista. Tämän avulla pyritään turvaamaan alueella esiintyvien eliölajien säilyminen myös uudistushakkuun jälkeen. Säästöpuilla pyritään lisäämään metsikön rakennevaihtelua ja turvaamaan erityisesti järeän lahoppuun syntyminen. Ne myös kytkevät elinympäristöjä ja helpottavat näin eliöiden liikkumista elinympäristöstä toiseen. Lisäksi säästöpuuryhmillä voidaan vaikuttaa uudistushakkuun kaukomaisemaan merkitsevästi. (Jäppinen, Keto-Tokoi, Kuuluvainen, Kuuluvainen, Kuusinen, Niemelä & Ollikainen, 2004, 554.) Säästöpuut sijoitellaan yksittäin tai ryhmiin. Ryhmiin sijoittelu on metsän monimuotoisuuden turvaamisen kannalta tehokas vaihtoehto ja helposti hallittavissa metsänhoidon toimenpiteiden kannalta. Ryhmät ovat selkeitä kokonaisuuksia ja niissä kuolevat puut voivat lahota hankaloittamatta metsänhoidon toimenpiteitä. Säästöpuuryhmiä voi olla useita, mikäli uudistusalue on yli hehtaarin kokoinen tai alueella on useita tärkeitä monimuotoisuuskohteita. Laissa ei ole säästöpuulle määritelty minimimäärää. (Joensuu ym. 2012, 186.)



KUVA 1. Säästöpuuryhmä (Tervonen, 2017)

Uudistustoimenpiteissä tulee huomioida uudistusosalalla sekä sen ympärillä oleva puusto. Koneilla liikuttaessa tulee varoa, ettei elävien puiden juuristo vaurioidu. Tämän takia maanmuokkauksen ja elävän puuston väliin suositellaan jätettävän kahden metrin etäisyys. (Joensuu ym. 2012, 84.)

Lahopuu on kuollut puu jolla lahottajaeliöstö viihtyy (kuva 2). Lahopuuksi lasketaan myös kuolleen puun osa. Suomen metsälajeista neljäsosa käyttää jossain elämänvaiheessa hyväkseen lahopuuta. Lahopuujatkumo eli lahopuun jatkuva muodostuminen on tärkeää, sillä eri eliöt tarvitsevat eri lahoamisvaiheen puustoa. Säästöpuiden ja säästöpuuryhmien jättäminen luo talousmetsään lahopuuta. Erityisen hyödyllisiä lahopuulajeille ovat järeät, pitkälle lahonneet puut. Hyvän metsänhoidon suositusten mukaan maalahopuut, eli kaatuneet kuolleet puut on säästettävä (kuva 3). Ne joko kierretään metsäkoneilla tai siirretään paikkaan, jossa ne eivät koneiden liikkumisen seurauksena vahingoitu. Pystylahopuulla eli kuolleen puulla, joka on pystyssä, ei ole elävää juuristoa. Näin ollen sen juuristoa ei tarvitse varoa koneilla liikuttaessa. (Joensuu ym. 2012, 185, 188.)



KUVA 2. Pystylahopuita (Tervonen, 2017)



KUVA 3. Maalahopuita (Tervonen, 2017)

PEFC-sertifioinnin kriteereissä kerrotaan säästö- ja lahopuun määrästä seuraavasti: ”Hakkuissa pysyvästi jätettyjen säästö- ja lahopuiden lukumäärä on yhteensä keskimäärin vähintään 10 kappaletta hehtaarilla leimikkotasolla. Säästöpuut voidaan keskittää leimikkotasolla.” Kriteerien mukaan säästöpuut jätetään ensisijaisesti ryhmiin. Säästöpuiden aluskasvillisuutta ei saa raivata ja maanpintaa ei saa rikkoa. Vesistöjen suojakaistat lasketaan osaksi säästöpuumäärää. Säästöpuuksi jätetään aina mahdollisuuksien mukaan petolintujen pesäpuut, järeät katajat, vanhat palokoroiset puut, aiemman puusukupolven järeitä puuyksilöitä, muodoltaan poikkeuksellisia puuyksilöitä, jaloja lehtipuita, kookkaita haapoja, puumaisia raitoja, tuomia ja pihlajia, tervaleppiä sekä kolopuita. (PEFC 1002 2014, 22–23.)

2.2 Vesiensuojelu ja suojakaistat

Metsätalouden vesistönsuojelutoimilla pyritään ehkäisemään ravinne- ja kiintoainekuormitusta, joita metsänuudistustoimet aiheuttavat. Vesiensuojelu edellyttää huolellista suunnittelua sekä oikeanlaisia menetelmiä. Avohakkuu ja maanmuokkaus kuuluvat suurimpiin vesistökuormitusta aiheuttaviin tekijöihin, koska vettä sitovaa pintakasvillisuutta ja puustoa on vähän. Avohakkuun jälkeen, kun maanmuokkaus on tehty eli maanpinta rikottu, veden virtaus on suuri. Tämä aiheuttaa eroosiota eli kallioperän kulumista ja maan aineksen kulkeutumista ja kasaantumista. Alueen eroosioherkkyyteen vaikuttavat maalaji sekä maanpinnan kaltevuus. (Joensuu ym. 2012, 198.)

Vesistöjen ja hakkuualueen väliin jätetään vesiensuojelutoimenpiteenä suojakaista, eli puustoinen alue. Suojakaistan jättämisestä kerrotaan PEFC-kriteereissä seuraavasti: ”Vesistöjen ja lähteiden varteen jätetään kiintoaine- ja ravinnekuormitusta sitova suojakaista, jossa säilytetään kasvillisuuden kerroksellisuus. Latvusmassan jättämistä suojakaistalle vältetään.” Lisäksi suojakaistalle on kriteereiden mukaan kiellettyä tehdä maanmuokkaus, lannoitus, kantojen korjuu, pensaskerroksen kasvillisuuden raivaus, tai kemiallinen torjunta kasvinsuojeluaineilla. Suojakaistalta voi korjata puuta poimintahakkuuna. Poimintaa tehtäessä on kuitenkin säilytettävä suojakerroksen erirakenteisuus, eli säästää pienpuustoa ja pensaskerrosta. PEFC-kriteerien kohdassa 14 määritellyt jätettävät säästöpuu jätetään myös poimintahakkuun ulkopuolelle. (PEFC 1002 2014, 24.)

Suojakaistan leveys on suositusten mukaan vesistöjen ja pienvesien varrella vähintään 5 metriä. Maanmuokkausta tehdessä tulee ojan molemmille puolille jättää 1 metrin levyinen piennar, jota ei muokata. (Joensuu ym. 2012, 33, 201.) PEFC-kriteerien mukaan suojakaistan leveys on vähintään 5-10 metriä, ottaen huomion maastonmuodon sekä suojakaistan kasvillisuuden huomioiden (PEFC 1002 2014, 24).

2.3 Taimikon perustamista helpottavat tekijät

Uudistusalalle voi tehdä raivauksen, mikäli hakkuussa jäänyt puusto haittaa uudistamista. Raivaus tarkoittaa uudistamistoimia hankaloittavan pienpuuston poistamista. Joissain tapauksissa uudistuslalle jäänyt puusto hidastaa maanmuokkausta ja vaikeuttaa taimikon perkausta. Lisäksi puusto kilpailee istutettavien taimien kanssa näin huonontaa niiden menestysmahdollisuuksia. Kuitenkin kehityskelpoisia luontaisesti syntyneitä taimiryhmiä voi raivauksessa säästää. (Rantanen 2014, 89.)

Hakkuutähdettä korjataan uudistusaloilta sekä sen energiakäytön vuoksi että taimikonperustamistoimien helpottamiseksi. Puuston korjuussa syntyy hakkuutähdettä eli puuston latvuksia, oksia, neulasia ja lehtiä. Hakkuutähteen määrä vaikuttaa uudistamistoimenpiteisiin ja metsikön sekä vesistön laatuun. Hakkuutähteeseen on sitoutunut ravinteita, joiden jääminen uudistuslalle edistää puuston kasvua. Mikäli hakkuutähdettä korjataan pois uudistuslalta, on sitä kuivatettava niin että neulaset ja lehdet varisevat. Jos kuivatusta ei tehdä, on suositeltavaa jättää hakkuutähdettä uudistuslalle vähintään 30 %. Tähteestä vapautuvilla ravinteilla on myös vesistöä kuormittavia vaikutuksia. (Joensuu ym. 2012, 109–110.) Osa hakkuutähteestä kasataan koneiden ajourille maanpinnan vaurioiden ehkäisemiseksi, jolloin se jätetään työmaalle. Osa hakkuutähteestä kerätään uudistuslalta ja käytetään energiantuotantoon. Hakkuutähteen kasaaminen uudistuslalla helpottaa sen keräämistä. Hakkuutähdettä kuitenkin hidastaa maan muokkausta sekä istutustyötä, joten sen kerääminen tehostaa metsänuudistamista. Sillä on suurempi vaikutus maanmuokkauksen kuin istutuksen tehokkuuteen. (Saksa, Tervo & Kautto 2002, 22–26.)

Energiapuuksi käytettävän hakkuutähteen kuivuminen nostaa sen tehollista lämpöarvoa, eli isompi määrä energiaa on hyödynnettävissä energiantuotannossa. Energiapuuta voi-

daan kuivattaa uudistusalalla, tienvarsivarastossa tai varastoterminalissa. Tienvarsivarastossa energiapuu kasataan kuivalle ja tasaiselle alustalle, josta se myöhemmin saadaan helposti lastattua kuljetukseen. (Hillebrand 2009, 11–13.)

2.4 Sähkölinojen huomioiminen uudistusalalla

Uudistusalalla sijaitsevat sähkölinojat tulee metsän- ja maankäsittelyssä ottaa huomioon. Erityisesti koneilla liikuttaessa tulee noudattaa erityistä varovaisuutta, sillä suurilla koneilla vahinkoihin on suurempi riski. Sähkölinojoihin sekä niiden pylsärakenteisiin on turvaetäisyydet. Ilmajohtojen turvaetäisyydet vaihtelevat niiden jännitteen mukaan (taulukko 1). Pylsärakenteiden turvaetäisyys on 3 metriä. (Tiedä ennen kuin toimit sähköverkon läheisyydessä -esite)

TAULUKKO 1. Ilmajohtojen varoetäisyydet (TUKES)

Johdon jännite	Varoetäisyys metreinä (m)		
	avojohto		riippujohto
	alla	sivulla	
0,4 kV*	2*	2*	0,5**
20 kV	2	3	1,5
110 kV	3	5	-
220 kV	4	5	-
400 kV	5	5	-

1 kV = 1 000 V

* Pienjännitteiset 400 V (0,4 kV) avojohdot ovat nykyisin hyvin harvinaisia.

** Etäisyys koskee myös 1 000 V riippujohtoja.

3 MAANMUOKKAUS JA TAIMIEN ISTUTUS METSÄNUUDISTAMISTOIMENPITEINÄ

Taimikon perustamisen toimenpiteitä ovat uudistusalan maan muokkaaminen sekä metsänviljely. Maanmuokkauksen vaikutukset taimikon menestymiseen sekä tutkittavilla työmailla käytetyt maanmuokkausmenetelmät on esitelty kappaleessa 3.1. ja 3.2. Tutkimus kohdistuu ainoastaan istutuksena toteutettuun viljelyyn, joten se esitellään kappaleessa 3.3. Lähteinä on käytetty Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan noudattamia Hyvän metsänhoidon suosituksia (Joensuu ym. 2012), tuotettua tutkimusmateriaalia sekä alalla käytettävää opetusmateriaalia. Käytetty opetusmateriaali nojaa tutkimuksiin. Tämän opinnäytetyön lähteinä käytetyistä tutkimuksista sekä opetusmateriaalista osa on tuotettu 2000-luvun alkupuolella, ja niitä käytetään edelleen.

3.1 Maanmuokkauksen hyödyt

Maanmuokkauksella on istutustaimien selviytymisen kannalta olennainen rooli metsänuudistamisessa. Tavoitteena maanmuokkaukselle on metsänuudistamisen onnistumisen turvaaminen sekä pitkäaikainen taimikon kehityksen parantaminen. Maanmuokkauksella pyritään parantamaan maaperän vesioloja sekä ravinteiden vapautumista, ja näin parantamaan taimen elinolosuhteita. Maanmuokkaus ehkäisee myös pintakasvillisuuden kilpailua parantaen taimien kasvun laatua ja selviytymismahdollisuuksia. Maanmuokkauksen valinnassa otetaan huomioon alueen maalaji ja sen vesiolot, käytettävä uudistustapa, viljeltävä puulaji sekä maanmuokkauksen ympäristövaikutukset, kuten vaikutukset vesistöihin. (Kolström, Kubin, Ruuska, Saarinen & Valkonen 2001, 125.) Maanmuokkaus helpottaa metsänviljelytoimia ja parantaa uudistamisjäljen laatua. Lisäksi kivennäismaata paljastava maanmuokkaus ehkäisee tukkimiehentäin tuhoja. Metsänviljelytoimenpiteinä kylvö, eli siementen levittäminen, ja istutus, ovat erilaisia. Niinpä niille kannattaa valita myös erilaiset maanmuokkauskeinot. Istutuksessa on tärkeää, että muokkausjälkiä tehdään istutustiheystavoitetta vastaava määrä. (Joensuu ym. 2012, 133–134.) Kylvölle soveltuviin maanmuokkauskeinoihin ei tässä opinnäytetyössä paneuduta, sillä tutkimus ei sisältänyt kylvötyömaita. Kokonaisuudessaan maanmuokkaus voi parhaimmillaan alentaa myöhempiä metsänhoidon kustannuksia ja parantaa kasvatettavan puuston laatua antaen sille paremman tuoton. (Rantanen 2014, 91.)

3.1.1 Vesitalous

Uudistushakkuussa vettä pidättävä ja sitä runsaasti haihduttava kasvillisuus poistuu, jolloin alueen vesitalouden tasapaino helposti järkkyy. Taimien selviämisen kannalta on olennaista, että uudistusalan vesitalous on kunnossa. Erityisesti hienorakenteisilla kasvu-paikoilla maarakeiden välit täyttyvät vedestä, sillä maalajin vedenpidätyskyky on hyvä. Tällaisilla alueilla taimet kärsivät herkästi hapenpuutteesta. Vesitaloutta voidaan korjata sopivilla maanmuokkausmenetelmillä, jolloin varmistetaan taimien hapensaanti. Karkeajakoisilla kangasmailla, jossa maalajin vedenläpäisykyky on hyvä, taimien vedensaintia helpotetaan kivennäismaata paljastavalla maanmuokkaustavalla, laikutuksella. (Finér, Luoranen, Saksa & Tamminen 2007, 19.)

3.1.2 Lämpötila ja ravinteet

Maanmuokkaus paljastaa kivennäismaata, joka lämpenee nopeammin humuskerrokseen verrattuna. Kohoumia muodostavassa maanmuokkauksessa muokkausjälki on maanpinnan yläpuolella, joka myös nopeuttaa muokkausjäljen lämpenemistä. Taimien selviämisen kannalta istutuskohdan lämpöoloilla on iso merkitys. (Finér ym. 2007, 21–22.)

Kivennäismaakerroksen pinnassa sekä humuksessa on eniten ravinteita, joita taimet kykenevät hyödyntämään. Muutama vuosi uudistushakkuun jälkeen ravinteiden saatavuus taimien ja pintakasvillisuuden käyttöön on hyvä, sillä alueella ei ole enää ravinteita sitovaa suurta puustoa. Mikäli alueella käytetään mätästyskeinoja maanmuokkausmenetelminä, muokkauksen kohdan kivennäismaakerroksen alle jäävä humuskerros vapauttaa ravinteita taimien käyttöön. (Finér ym. 2007, 22.)

3.1.3 Tukkimiehentäi

Tukkimiehentäi on taimien kuorta ravintonaan käyttävä kovakuoriaislaji. Sen ravinoksi kelpaavat niin männyn, kuusen, lehtikuusen kuin rauduskoivunkin taimet. Tukkimiehentäi aiheuttaa helposti taimikkotuhoja ja sen myötä myös taloudellisia tuhoja. Hakkuun

jälkeen tukkimiehentäin tuhoriski kestää muutaman vuoden. Torjunta-aineella käsiteltyjen taimien tuhoriski on hyvin vähäinen. Tuhoja voi tehokkaasti ehkäistä myös kivennäismaata paljastavalla maanmuokkausmenetelmällä, sillä kävellen kulkeva kovakuoriainen välttää paljaalla kivennäismaalla liikkumista. (Kytö & Viiri 2001, 270–272.)

3.1.4 Maaperä

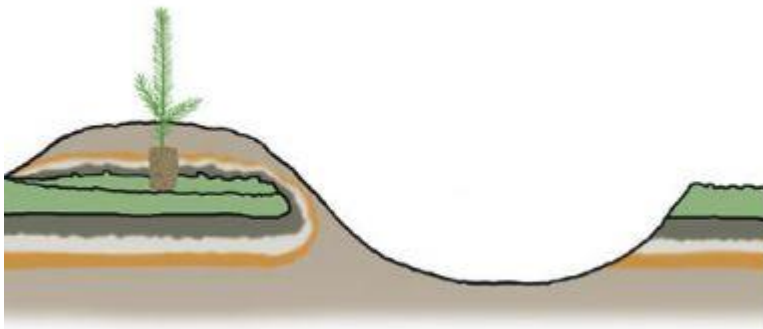
Uudistusalan maaperä vaikuttaa siihen, mitä maanmuokkausmenetelmää käytetään. Huomioon otettavia seikkoja ovat maakerroksen paksuus, humuskerros, alueen kivisyys ja maalajin koostumus. Maalajit lajitellaan kolmeen luokkaan niiden raekoon perusteella, hienojakoisiin, keskikarkeisiin sekä karkeisiin maihin. Hienojakoisia maalajeja ovat savi, hiesu ja hieno hieta, keskikarkeitä karkea hieta ja hieno hiekka sekä karkeitä maalajeja karkea hiekka ja sora. Uudistamisen kannalta on olennaisesti riittävää tietää, onko maalaji hieno, keskikarkea vai karkea. Raekoostumuksella on vaikutus moniin maaperän ominaisuuksiin. Maaperän lämpö- ja vesi- sekä ravinneolot ja maan routiminen riippuvat maaperän raekoosta. Vesioloihin vaikuttaa veden liikkuminen sekä vedenpidätys. Normaalkivisellä kasvupaikalla kiven ja kallion osuus on 33 % ja erittäin kivisellä 50 % pintamaan tilavuudesta. Suomessa kasvupaikoista suurin osa on normaalikivisiä ja viidesosa erittäin kivisiä kasvupaikkoja. (Finèr ym. 2007, 13.)

3.2 Kohoumia muodostavat maanmuokkausmenetelmät

Kohoumia muodostava maanmuokkaus aiheuttaa lämpötilan nousua muokkausjäljessä. Näin hallatuhojen riski vähenee. Ravinteiden vapautuminen nopeutuu muokkauksen seurauksena lämpötilannousun, maan ilmavuuden sekä humuksen ja kivennäismaan sekoittumisen ansiosta. (Kolström ym. 2001, 128–129.) Ravinteita vapautuu nopeammin hakkuutähteestä ja humuksesta hajotustoiminnan kiihtyessä. (Immonen, Kauppinen, Kuru, Tamminlehti, Kallonen & Strandström 2000, 3.)

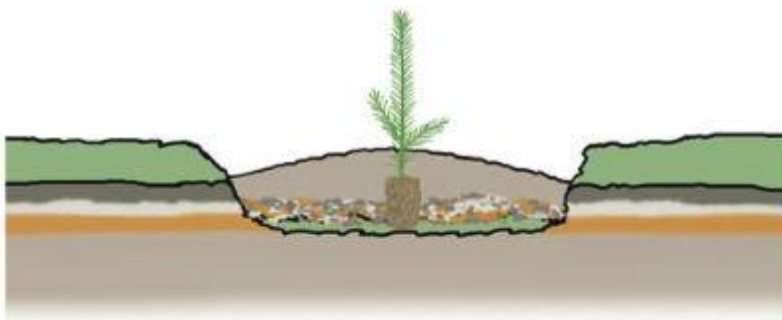
Kivennäismailla laikkumätästys (kuva 4) sopii käytettäväksi keskikarkean tai hienojakoisen maa-aineksen alueilla. Maa käännetään kuopan viereen ylösalaisin. 5-10 senttimetriä paksun kivennäismaakerroksen alle jää paksu humuskerros. (Rantanen 2014, 95.) Paksu

humuskerros muokkausjäljen alla parantaa typen saatavuutta taimen käyttöön (Heiskanen, Luoranen & Saksa 2013, 137). Laikkumätästystä, kuten muitakin mätästysmenetelmiä, käytetään viljavilla kasvupaikoilla. Mätästys ehkäisee viljavilla mailla pintakasvillisuuden kilpailun ongelmia. (Rantanen 2014, 95.) Laikkumätästyksessä taimi istutetaan hieman maanpinnan yläpuolelle, joka antaa sille etulyöntiaseman pintakasvillisuuden kilpailua vastaan. Verrattuna maanpinnan tasoon asema on parempi ravinteikkuuden, ilmaisuuden, lämpöolojen ja vesitalouden suhteen. Uudistusalan vesitalouden tulee laikkumätästysalueilla olla kunnossa. (Joensuu ym. 2012, 136.)



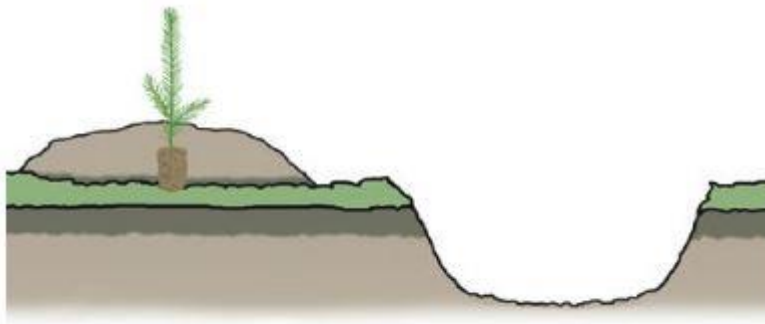
KUVA 4. Laikkumätäs (Koistinen ym. 2014)

Kääntömätästyksessä (kuva 5) maa käännetään kuoppaan, josta se on nostettu. Samoin kuin laikkumätästyksessä, kääntömätästyksessä humuskerros jää kivennäismaan alle. Kääntömätästyksessä maa jää koholle muutaman sentin verran, mutta madaltuu ensimmäisen talven aikana. Myös kääntömätästyksessä tulee alueen vesitalouden olla kunnossa. (Rantanen 2014, 95.) Kääntömätästystä sovelletaan alueille, jonka lähimaisema halutaan säilyttää siistinä. Omaan kuoppaansa käännetyt mättäät pitävät istutusalan ilmeen tasaisena. (Kolström ym. 2001, 126–127.)



KUVA 5. Kääntömätäs (Koistinen ym. 2014)

Naveromätästystä (kuva 6) käytetään alueilla, joiden vesitaloutta halutaan parantaa. Kosteille alueille, usein kivennäismaiden hiesu- ja savimaille soveltuva naveromätästys kuivattaa aluetta näin tasapainottaen vesitaloutta. Menetelmää käytetään myös viljavilla, kivisillä aloilla, mikäli mätästystä ei hankalan maaperän vuoksi voida toteuttaa. Menetelmässä muokkausosalalle kaivetaan 20–30 senttimetriä syviä naveroita eli ojia. Kaivettu maa-aines nostetaan naveron reunalle muokkausjäljeksi niin, että pinnalle jää kivennäismaata. (Rantanen, 2014, 95.) Myös ojitusmätästys on kohoumia muodostava maanmuokauskeino. Ojitusmätästys soveltuu naveromätästyskeinojen tavoin alueille, joiden vesitaloutta halutaan parantaa. (Finer ym. 2007, 38.) Tutkitut koealat eivät sisältäneet yhtään ojitusmätästystyömaata, joten siihen ei paneuduta tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa.



KUVA 6. Naveromätäs (Koistinen ym. 2014)

Laikku- sekä kääntömätästystä käytettäessä tulee alueen vesitalouden olla kunnossa, sillä mätästyskeinot eivät johda vettä pois uudistusalueelta. Mikäli vesitaloudessa on ongelmia, voidaan alueella käyttää naveromätästystä. Kohoumia muodostava maanmuokausmenetelmä on tarpeen hienorakenteisilla hiesu- ja savimaille, sillä taimen nostaminen maanpinnan tason yläpuolelle ehkäisee roustetuhon muokkausjäljen lämpöolojen parantuessa. (Finer ym. 2007, 46–49.)

3.3 Paakkutaimen istutus metsänviljelykeinona kivennäismaalla

Istuttaminen on uudistusmenetelmistä kallein mutta riskittömin vaihtoehto, kun verrataan kylvöön ja luontaiseen uudistamiseen. Erityisesti viljavilla mailla istuttamisen tuotto on hyvä ja istutetut taimet pääsevät hyvin kasvuun alkukehityksestä johtuen. (Joensuu ym. 2012, 73.) Yleisimmin metsänistutuksessa käytetään paakkutaimia. Paakkutaimella on

turvepaakku taimen juuriston ympärillä. Etuna paljasjuurisiin taimiin paakkutaimilla sää-
vutetaan suoja juurille. Paakku varastoi myös vettä, jonka ehkäisee taimen kuivumista.
Taimen vesivarastona toimiva paakku mahdollistaa istutuksen koko kasvukauden ajan.
(Rantanen 2014, 104.)

3.3.1 Istutuksen puulajikohtaiset suositukset

Männyn istutusta suositellaan käytettäväksi keskikarkean ja karkean maalajin tuoreilla
kankailla sekä hienojakoisen maalajin kuivahkoilla kankailla. Mänty on valopuulaji,
mutta siitä huolimatta se tulee nuoruusvaiheessa kasvattaa tiheässä. Tiheässä kasvattami-
nen edesauttaa laadukkaaksi tukkipuiksi kehittymistä, sillä silloin oksat eivät pääse kas-
vamaan liian paksuiksi. (Joensuu ym. 2012, 42, 74.) Männyllä laadun takaamiseksi istu-
tustiheyttä voidaan siis nostaa. Mikäli luonnontaimet eivät täydennä mäntytaimikon ti-
heyttä, tulee istutustiheyden olla jopa kaksinkertainen. (Kolström ym. 2001, 145.)

Kuusen istutusta suositellaan käytettäväksi uudistamiskeinona lehtomaisilla ja sitä vilja-
vimmilla kankailla, sekä hienon ja keskikarkean maalajin tuoreilla kankailla. Jos kasvu-
paikalla on kuivumisen riski, tulee kuusen istutusta välttää. Istuttaa voi kuitenkin, mikäli
alueella on hirvituhoriski ja käytetään oikeanlaista, maanpintaa paljastavaa tai kohoumia
muodostavaa maanmuokkausta. (Joensuu ym. 2012, 74.)

Rauduskoivua suositellaan istutettavaksi tuoretta kangasta viljavammilla keskikarkean
maalajin alueilla sekä lehtomaisilla ja sitä viljavammilla kankailla karkean maalajin alu-
eilla. Se ei kuitenkaan selviä ympäristössä, jossa maaperän hapen saatavuus on heikkoa.
Rauduskoivu on männyn tavoin valopuulaji. (Joensuu ym. 2012, 74.)

3.3.2 Istutusajankohdat ja -käytännöt

Männyn taimen istutusajankohta on kevätkaudella kesäkuun loppuun saakka ja syyskau-
della elokuusta syyskuun loppuun. Kuusen paakkutaimella istuttaminen on mahdollista
koko kasvukauden ajan. Koivuntaimien istutusajankohta on keväällä toukokuun ajan, mi-
käli taimet ovat lepotilaisia ja lehdettömiä. Kesällä koivun paakkutaimia voidaan istuttaa
lehdellisinä. (Rantanen 2014, 105.)

Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkalla suurin osa taimista istutetaan toukokuun ja heinäkuun alun välillä. Syysistutuksiakin metsänhoitoyhdistys tekee, mutta syysistutuksen määrä on kevääseen verrattuna vähäinen. Syysistutukset tehdään elo-syyskuussa. Kaikki metsänhoitoyhdistyksen käyttämät istutustaimet ovat paakkutaimia. Avojuurisia taimia on yhdistyksen käytössä ollut viimeksi yli 10 vuotta sitten. Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkalla metsurit istuttavat uudistusalat käsin pottiputkella. Mikäli taimen paakku on todella iso, istutus tapahtuu kuokalla. Käytännössä tämä tehdään metsänhoitoyhdistyksessä ainoastaan suuripaukkuisilla koivuilla, erikoispuutaimilla kuten visakoivu ja tervaleppä, sekä myös kuusen taimilla, mikäli paakku taimierässä on valtava. Kuokalla istutetaan, mikäli taimi ei mahdu pottiputkeen. (Kujala 2018)

Istutus on mahdollista aloittaa keväällä, kun maa on sulanut. Pakkasvarastoidut taimet on otettava sulamaan ennen istuttamista. Taimet tarvitsevat vettä ja valoa, joten ne on syytä istuttaa pikimmiten sulatuksen jälkeen. Taimet on suojattu tukkimiehentäin tuhoja vastaan torjunta-aineella. Tuhoja ehkäistään myös istuttamalla niin, että taimen ympärille jää vähintään 15 senttimetriä kivennäismaata tai muokattua turvemaata. Laikutetulla uudistuslalla taimet on istutettava 2–3 senttimetrin syvyyteen, ja mätästetyllä uudistuslalla 5 senttimetrin syvyyteen. Kuusen ja männyn taimilla vähintään puolet versosta tulee olla maan päällä. Taimen istuttaminen muokkausjälkeen on tärkeää, jotta ehkäistään tukkimiehentäin sekä roudan aiheuttamia tuhoja. Istutustiheyden mukaan taimien tulisi olla vähintään 1 metrin päässä toisistaan, mutta normaaleilla tavoitetiheyksillä etäisyys on 2–2,5 metriä. (Rantanen 2014, 108–110.)

3.3.3 Istutustiheyden vaatimukset ja suositukset eteläisessä Suomessa

Eri puulajeilla on erilaiset istutustiheyssuositukset. Männyllä istutustiheyssuositus on kaikkein suurin oksaisuuden välttämiseksi puuston kasvaessa. Männyn istutustiheyssuositus on 2200 tainta hehtaarille. Kuusen istutustiheydeksi suositellaan 1800 tainta hehtaaria kohden. Sekä kuuselle että männylle voidaan istutustiheyttä tilanteen mukaan soveltaa niin, että tiheys voi olla suositusta 200 tainta suurempi tai pienempi. Rauduskoivulla istutustiheyssuositus on pääpuulajeista alhaisin, 1600 tainta hehtaarille. (Joensuu ym. 2012, 77–82.) Lain mukaan keskisessä ja eteläisessä Suomessa uudistushakkuun jälkeisen uudistamisvelvoitteen mukaan havupuuvaltaisessa metsässä taimikkotiheyden alaraja on

1500 tainta hehtaarilla ja lehtipuuvaltaisessa metsässä 1100 tainta hehtaarilla. Eteläisessä Suomessa uudistamisvelvoitteen on täyttyvä 10 vuoden kuluttua uudistushakkuusta. (Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä, 30.12.2013/10, 11) Metsänhoitoyhdistys otti vuonna 2015 käyttöön käytännön, että tilattava hehtaariohtainen taimimäärä alennettiin kuusella ja männyllä 1600:aan sillä aikaisempien vuosien kokemuksesta suositusten mukaisista taimimääristä on työmailta jäänyt runsaasti taimia yli. Männyn istutustiheystavoite on suurempi, mutta sen istutus yhdistyksen toimesta on vähäistä. Tästä johtuen se ei aiheuta muutoksia taimimääriin. Koivujen istutustavoite on 1600 taimea hehtaarille. (Kujala, 2018)

Mikäli taimikon tiheys jää viljelytöiden jälkeen harvaksi, on taimikon tilaa kohennettava. Luontainen taimettuminen täydentää taimitiheyttä. Luontainen taimettuminen tarkoittaa siementävien, täysikasvuisten puiden siementen leviämistä taimikkoon ja itämistä taimiksi. Tämä edellyttää, että taimikon reunapuusto on tarpeeksi lähellä, sitä on riittävästi ja että se on tarpeeksi varttunutta siementämään. Jos taimitiheyden tavoitteen täytyminen jätetään luontaisen taimettumisen varaan, on taimikon kehitystä seurattava aktiivisesti. Toinen tapa täydentää taimikkoa on uudet metsänviljelytyöt, eli kylvö tai istuttaminen. (Nerg & Saksa 2008, 256.)

Kuusella ja rauduskoivulla harva taimikko ei aiheuta merkittäviä muutoksia puuaineksen laatuun. Näin istutustiheyden voi jättää harvemmaksi, mikäli taimikonhoito ja jälkiseuranta ovat kunnossa. Mikäli jälkiseurannassa havaitaan taimien kuolleisuutta, tulee huolehtia taimikon täydentämisestä. Myös luontainen taimettuminen täydentää taimikon tiheyttä. (Kolström ym. 2001, 145.)

4 TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

Tässä kappaleessa esitellään opinnäytetyön tutkimusmenetelmä sekä tutkittu aineisto. Aineisto saatiin Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkalta. Tutkimusmenetelmä määräytyi aineiston keruun perusteella.

4.1 Tutkimusmenetelmä

Lähtökohtana opinnäytetyön tekemiselle oli tutkimusongelma taimiarvion toistuvasta epätarkkuudesta. Lähtökohdan selvittämiseksi päädyttiin tekemään kvantitatiivinen, eli määrällinen tutkimus. Opinnäytetyössä tutkittiin istutustiheyden kausaliteettia, eli pyrittiin löytämään syyt harvalle istutustiheydelle. Tutkimus on empiirinen ja perustuu mittaamiseen. Siihen on valittu työmaista tutkittava otos. Lisäksi työmaiden sisältä mitattavat koealat ovat otoksia.

4.2 Aineisto

Aineisto valittiin perusjoukosta, joka oli Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan vuonna 2017 istutetut valmiit uudistustyömaat. Metsänhoitoyhdistyksellä on kolme alueellista tiimiä, jotka ovat havaintoyksiköitä. Otos valittiin kaikista havaintoyksiköistä, eli koko Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan alueella sijaitsevista epäonnistuneista uudistustyömaista. Suurimmalla osalla tutkituista työmaista on ollut ongelmia taimien ylijäämisen kanssa. Vertailun vuoksi on valittu myös muutamia onnistuneita työmaita.

Kenttäesimiehet valitsivat tutkittavat työmaat niin, että jokaiselta toimialueelta tutkittiin kymmenen epäonnistunutta ja kolme onnistunutta työmaata. Otos valittiin systemaattisesti. Onnistumisen lisäksi otoksen valintaan vaikuttivat työmaan sijainti, saavutettavuus ja se, että työmaa on istutettu vuoden 2017 aikana. Otoksen määrä on noin viidesosa kaikista vuonna 2017 metsänhoitoyhdistyksen toimesta istutetuista työmaista. Työmaiden määrään vaikutti aikataulu, sillä tutkimus oli suoritettava ennen lumen satamista. Paksu lumikerros olisi hankaloittanut muokkausjälkien erottamista ja hidastanut työskentelyä.

Lisäksi aineistoa ovat maanmuokkaajien ja metsureiden työmaiden toteutumisen omavalvonta-aineisto. Omavalvonta-aineisto saatiin yhdistyksen kenttäesimiehiltä. Tutkittujen työmaiden mittauksia verrataan omavalvonta-aineistoon, jotta niiden yhteneväisyyksiä sekä eroavaisuuksia pystytään analysoimaan.

4.2.1 Aineiston kerääminen maastosta

Tutkimuksen maastomittauksissa sovellettiin Metsäntutkimuslaitoksen, Suomen metsäkeskuksen sekä Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen laatimia maanmuokkauksen sekä istutuksen omavalvontaohjeita ja -lomakkeita. Lisäksi mittaustapaan sovellettiin Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion ja Metsänhoitoyhdistyksen laatimia istutuksen ja maanmuokkauksen ohjeita sekä koealojen sijoittamiseen UPM:n taimikon inventoinnin kenttätöohjetta (ks. Liite 4). Periaatteena mittauksissa oli toimia tehokkaasti etsien merkittäviä syitä sille, miksi istutustiheys ei ole toteutunut. Pienipiirteisyyttä tutkimuksessa pyrittiin välttämään.

Työmaiden mittaukset otettiin koealoilta. Koealojen määrä määräytyi työmaan pinta-alan mukaan (taulukko 2). Työmaa voi käsittää useita kuvioita. Mikäli työmaa jakautui useampaan kuvioon, otettiin suurimmalta se määrä, joka määräytyy sen pinta-alan mukaan, ja pienemmiltä vähintään puolet tästä määrästä kuviota kohden.

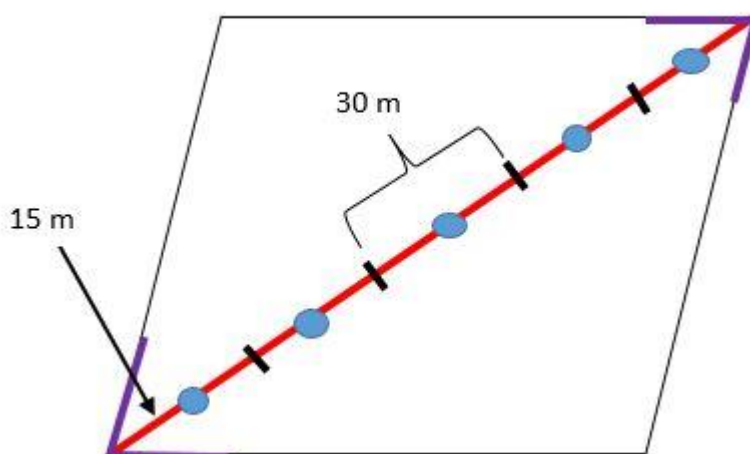
TAULUKKO 2. Koealamäärä määräytyy työmaan pinta-alan mukaan

Työmaan pinta-ala, ha	0,5-1,9	2-3,9	4-5,9	6-7,9	8-9,9	10+
Mitattavia koealoja, kpl	5	6	7	8	9	10

Koealat sijoitettiin systemaattisesti kohtisuoraan linjalle kuvion pisimmälle halkaisijalle. Koealojen etäisyys ja paikat määriteltiin kartalle ennen työmaalle menoa, jotta koealojen paikat olisivat mahdollisimman objektiivisia.

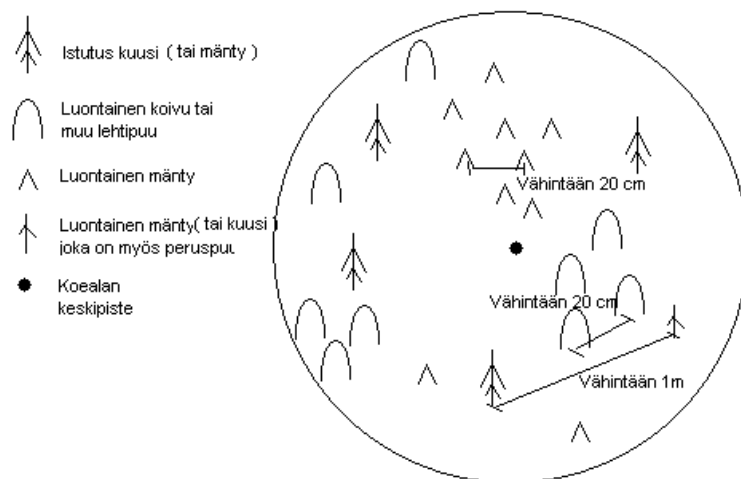
Koealat sijoittuvat linjalle tasaisen vakioetäisyyden päähän toisistaan. Sekä linjan alussa että lopussa arvioitiin muokkausjäljen ja istutuksen etäisyys kuvionrajasta suojavyöhykkeet huomioiden.

Esimerkki (kuvio 1). Kuvion pinta-ala on 1 hehtaari. Koealoja otetaan 5 kappaletta. Kuvion pisimmän halkaisijan pituus on 150 metriä. Koealat sijoitetaan näin ollen 30 metrin etäisyydelle toisistaan. Ensimmäinen koeala otetaan etäisyyden puolikas, eli 15 metriä kuvionrajasta. Linjan alussa ja lopussa arvioidaan muokkausjäljen ja istutuksen etäisyys kuvion rajasta.



KUVIO 1. Esimerkki koealojen sijoittelusta tutkittavalle työmaalle (Tervonen, 2017)

Koeala otettiin ympyrän pinta-alalta, jonka säde on 3,99 metriä. Näin saatiin 200 kertomella laskettua helposti hehtaarikohtaiset arvot. Koealalta laskettiin onnistuneet ja epäonnistuneet muokkausjäljet, muokkausjälkeen ja muuhun paikkaan istutetut taimet sekä luonnontaimet. Määrä kerrottiin 200:lla ja tulokseksi saatiin kappalemäärät hehtaaria kohden. Luontaisesti syntyneistä taimista otettiin huomioon tarkoituksenmukaisen uudistamisen kannalta olennaiset yksilöt, eli kuusen istutuksessa kuusi sekä mänty ja koivun istutuksessa kuusi, mänty ja koivut. Luonnontaimista laskettiin vain kehityskelpoiset taimet. Lomakkeeseen luonnontaimien puulajia ei eritelty, sillä se ei ole tutkimuksen kannalta olennaista. Luontaisesti syntyneistä, koealalla olevista taimista laskettiin havupuille uudistetuilla työmailla kaikki yli metrin etäisyydellä toisistaan sijaitsevat havupuiden taimet, ja rauduskoivulle uudistetuilla työmailla vähintään metrin etäisyydellä toisistaan sijaitsevat kuusen, männyn ja koivujen taimet (kuvio 2). Menettelyllä saatiin laskettua taimet, joiden kasvattaminen on alueella taloudellisesti kannattavaa.



KUVIO 2. Luonnontaimien huomioiminen istutetuilla työmailla (UPM Taimikon inventoinnin kenttätyöohje)

Koealta huomioitiin mahdollinen syy muokkaamattomuudelle, mikäli muokkaustiheys on jäänyt harvaksi. Mahdollisia syitä muokkaamattomuudelle ovat maastolomakkeessa tie, energiapuukasa, oja, lähde, puro, muu suurempi vesistö, hakkuutähde, haastava maa-laji, haastava maasto, sähkölinja, säästöpuuryhmä, metsänreuna ja muu mahdollinen syy.

Koko työmaalta arvioitiin silmämääräisesti muokkaamattoman alan määrää ja sen mahdollisia syitä, mikäli työmaalla on isompia muokkaamattomia alueita. Lisäksi arvioitiin muokkausjäljen etäisyys metsänreunasta ja muista huomioitavista kohteista. Suoja-vyöhykkeet otettiin huomioon muokkaamatonta pinta-alaa arvioitaessa. Muokkaamatto-man alan määrää ja syitä peilattiin uudistusalan suunnitteluun. Lisäksi työmaata tarkas-teltiin ja siitä tehtiin muita havaintoja, jotka mahdollisesti ovat vaikuttaneet taimikonpe-rustamistoimenpiteiden laatuun. Työmaiden ominaisuuksia tarkasteltiin ja etsittiin todel-lisia muokkausta sekä istutusta rajoittavia tekijöitä.

4.2.2 Maanmuokkaajien ja istuttajien omavalvonta-aineisto

Omavalvontalomakkeet saatiin tutkimusaineistoksi kenttäesimiehiltä. Maanmuokkaajat ja metsurit käyttivät ELY-keskuksen, Metsäntutkimuslaitoksen sekä metsänhoitoyhdis-tyksen yhdessä laatimia omavalvontalomakkeita (ks. Liite 2, Liite 3). Maanmuokkaajien omavalvontalomakkeita löytyi tutkimusaineistoksi yhdeksältä työmaalta, ja istutuksen

omavalvontalomakkeita 18:lta. Molemmat omavalvontalomakkeet puuttuivat lähes puolelta tutkituista työmaista.

Metsänhoitoyhdistyksellä on tiukka linja omavalvonnan tekemisen suhteen. Oman työn seuranta edellytetään sekä palkollisilta tai urakoitsijoilta. Urakoitsijoille on omavalvonnan tekemisen vaatimuksesta kirjattu sopimukseen, joten heillä oman työn seuranta on pakollista. Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan teettämistä työmaista on sekä maanmuokkaajien että istuttajien täytettävä omavalvontalomake ja palautettava se laskun tai työpäiväkirjan mukana yhdistykselle. (Kujala 2018)

Metsänhoitoyhdistys valvoo uudistusaloilla tehtävän työn tavoitteiden toteutumista lähinnä oman työn seurannan lomakkeiden perusteella. Jos työmaalle tarkoitettuja taimia jää paljon yli, tehdään maastokäynti työmaalle tai pyydetään työntekijältä lisäselvitystä asiasta. (Kujala 2018)

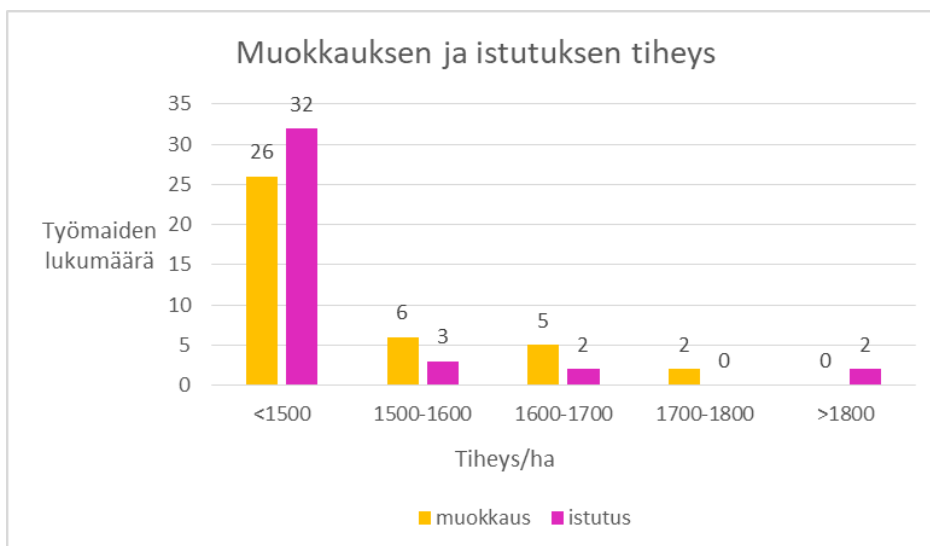
5 TULOKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI

Tässä osiossa tarkastellaan otoksesta mitattuja tutkimustuloksia. Tarkastelun kohteena ovat sekä tutkituilla työmailla saadut tulokset että maanmuokkaajien ja metsureiden tekemä omavalvonta. Tulosten analysoinnissa käydään läpi työmaiden ominaisuuksien ja maanmuokkaajien sekä metsureiden työn laadun vaikutuksia uudistustoimenpiteiden laatuun. Analysoinnissa pohditaan, mitkä tekijät ovat suurimpia laadun heikentämisen tekijöitä työmailla ja sitä, mikä taho sen huomioimiseen pystyy eniten vaikuttamaan taimikonperustamistoimenpiteitä tehtäessä. Kappaleen lopussa analysoidaan tutkimuksen luotettavuutta.

5.1 Muokkaus- ja istutustiheys

Tutkituista työmaista suurin osa on laikkumätästetty. Laikkumätästykseen osuus tutkituista työmaista oli 92 %. Kääntömätästystä oli käytetty 5 % ja naveromätästystä tilanteen mukaan kosteilla paikoilla, yhteensä 3 %. Naveromätästystä käytettäessä oli työmaalla tehty myös laikkumätästystä.

Jos Metsälain mukainen uudistamisvelvoite halutaan täyttää, tulee taimikon tiheyden 10 vuotta uudistamisen jälkeen olla havupuuvaltaisissa taimikoissa 1500 tainta hehtaarilla ja lehtipuuvaltaisessa taimikossa 1100 tainta hehtaarilla. Jotta tämä tavoite voidaan täyttää, on varmistettava, että taimikko saadaan perustettua. Tutkituista työmaista suurin osa jäi alle tämän tavoitteen (kuvio 3). Puiden siementen luontainen leviäminen täydentää taimikkoa, mutta mikäli tiheystavoite lasketaan luontaisen uudistumisen varaan, tulee taimikon kehittymistä seurata tiiviisti.



KUVIO 3. Maanmuokkauksen ja istutuksen tiheys tutkituilla työmailla

Suurimmalla osalla tutkituista työmaista taimitiheys jäi alle Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan oman tavoitteen, joka on 1600 tainta hehtaarille havupuilla. Koivua oli tutkituista työmaista istutettu yhdelle kuviolla, jonka istutustiheys oli keskimäärin 1000 tainta hehtaarille. Näin ollen myös koivun istutuksen tavoitemäärä jäi vajaaksi.

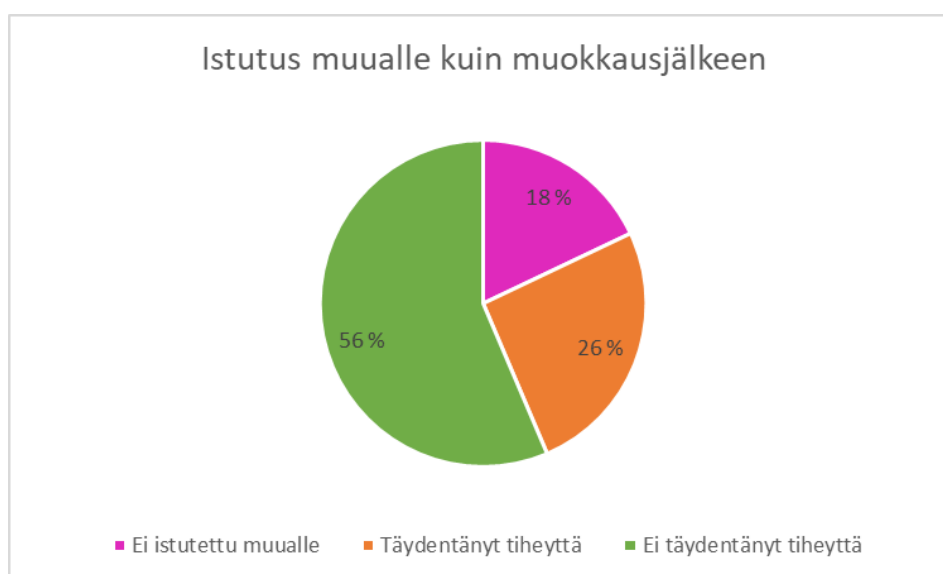
Epäonnistuneita muokkausjälkiä, joille istuttaminen on esimerkiksi kallion tai liian kosteuden vuoksi ollut mahdotonta, on yhteensä 38 %:lla otoksen työmaista. Näillä työmailla oli hehtaaria kohden keskimäärin 75 epäonnistunutta muokkausjälkeä.

Osalla tutkimuksen otoksesta metsuri oli jättänyt työmaalle tyhjiä mättäitä, eli istuttamattomia kohtia. Tällaisia työmaita oli tutkittavista 62 % eli yli puolet. Keskimäärin istuttamattomia muokkausjälkiä oli näillä työmailla 244 kappaletta hehtaarilla.

Tutkittavasta otoksesta yhdeksän työmaata olivat lähtötietojen mukaan sellaisia, joilla taimimäärätavoite 1600 kappaletta hehtaarilla, oli täyttynyt. Tutkimuksen mukaan tavoite täyttyi kuitenkin vain neljällä työmaalla. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että taimien istutustiheys vaihtelee suuresti työmaalla. Koska tutkimuksessa mitatut koealat on otettu systemaattisesti, on työmaalle saatu keskimääräinen taimitiheys. Todellisuudessa voi olla, että paikoin taimitiheys on ollut suurempi, ja tällaiset paikat työmaalla eivät ole sattuneet koealalle. Toinen, epätodennäköisempi syy tähän voi olla taimihävikki, eli se, että taimet ovat olleet istutuskelvottomia ja ovat menneet hukkaan. Myös varkauden mahdollisuus on olemassa.

Jotta todellinen syy taimien ”puuttumiselle” saataisiin selville, olisi maanmuokkauksen sekä istutuksen laadun tasaisuuteen kiinnitettävä paremmin huomiota. Taimitiheyden täyttymisen kannalta on olennaista, että tiheys on mahdollisimman tasainen läpi koko työmaan. Tämän lisäksi huomiota tulee kiinnittää myös omavalvonnan systemaattisuuteen niin, että kaikilla maanmuokkaajilla sekä metsureilla olisi yhtenevä mittaustapa.

Maastomittauksissa huomioitiin koealalla muualle kuin muokkausjälkeen istutetut taimet. Työmaista suurimmalla osalla, 82 % oli taimia istutettu myös muualle kuin muokkausjälkeen. Tästä huolimatta ainoastaan 26 %:lla istutustiheys oli suurempi kuin muokausitiheys (kuvio 4).



KUVIO 4. Istutus muualle kuin muokkausjälkeen

Yli puolella työmaista oli tyhjiä istutuskohtia. Tämä on ristiriidassa sen kanssa, että tavoitteenmukainen taimien istutusmäärä ei ole täyttynyt. Toisin sanoen tyhjiille istutuskohdille ei ole minkäänlaista järkevää syytä. Tyhjät muokkausjäljet kertovat metsurin työn heikosta laadusta. Epäonnistuneet muokkausjäljet työmaalla eivät sitä vastoin välttämättä johdu maanmuokkaajan työn heikosta laadusta. Epäonnistuneita muokkausjälkiä oli alle puolella työmaista, ja niiden määrä oli vähäinen. Tutkimuksessa epäonnistuneita muokkausjälkiä ilmeni paikoissa, jossa maasto-olosuhteet olivat haastavat. Tällaisia kohtia olivat lähinnä paikat, jossa kallio oli näkyvissä, tai jossa kallion ja humuskerroksen välissä ei ollut juurikaan kivennäismaata. Epäonnistuneiden muokkausjälkien ilmeneminen kertoo, että maanmuokkaaja on yrittänyt tehdä tiheää muokkausjälkeä, mutta maaston ominaisuuksista johtuen se ei ole onnistunut.

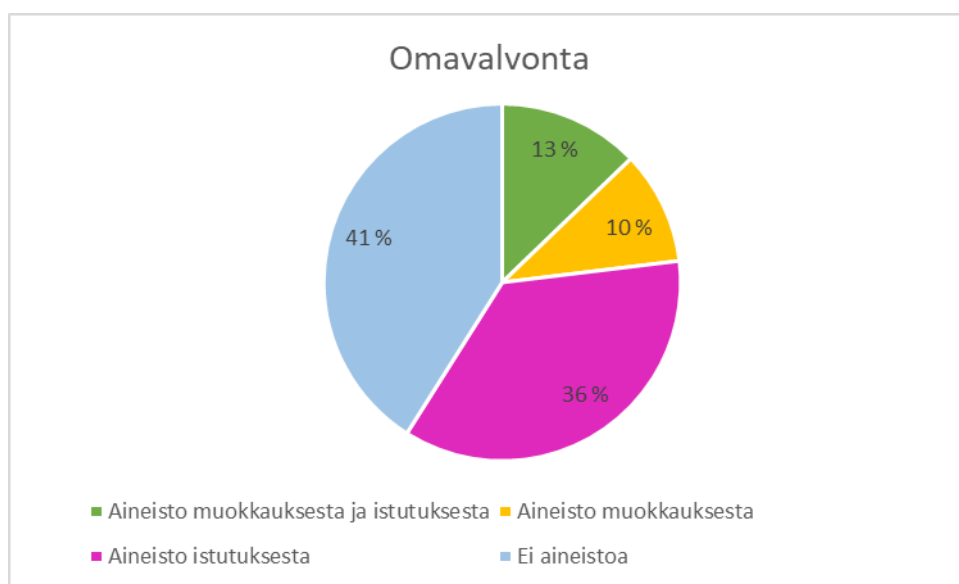
Tutkituilla työmailla istutustiheys mukaili pitkälti muokkausjäljen tiheyttä. Näin kuuluu olla, mikäli muokkaustiheyden tavoite täyttyy. Koska Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan ohjeistaa maanmuokkausurakoitsijoilleen istutustiheydeksi 1800 muokkausjälkeä hehtaarille, voidaan tutkimustuloksiin nojaten todeta, että toteutus jäi kauas tavoitteesta. Tutkituista työmaista ainoastaan kahdella työmaalla istutustiheystavoite täyttyi. Toinen näistä työmaista oli muokattu niin, että ehjää humuskerrosta ei ollut työmaalla juuri lainkaan (kuva 7). Kivennäismaata paljastavassa maanmuokkauksessa muokkausjälkien väleihin tulee vesistönsuojelun ja metsämaan laadun kannalta jättää ehjää humuskerrosta. Voidaan siis todeta, että koska muokkausjälkiä on paljon, myös istutustiheystavoite on ollut helppo saavuttaa. Ehjän humuskerroksen puuttuessa maanmuokkauksen ei kuitenkaan voi sanoa onnistuneen.



KUVA 7. Työmaalla ei ole ehjää humuskerrosta (Tervonen, 2017)

5.2 Omavalvontalomakkeet

Omavalvontalomakkeita tutkimuksen aineistoksi löydettiin 59 %:lta otoksen työmaista. Lomakkeet saatiin kenttäesimiehiltä. Osalta työmaista löytyi omavalvonta-aineistoa sekä muokkauksesta että istutuksesta, osalta aineistoa löytyi jommastakummasta, ja osalta aineistoa ei löytynyt lainkaan (kuvio 5). Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkka edellyttää metsureiltaan ja urakoitsijoiltaan omavalvonnan tekemistä, mutta siitä huolimatta omavalvontalomakkeita ei löytynyt yli kolmasosalta työmaista. Sellaisia otoksen työmaita, joilta löytyi aineistoa sekä maanmuokkauksen että istutuksen omavalvonnasta, oli kaikista työmaista 13 %.

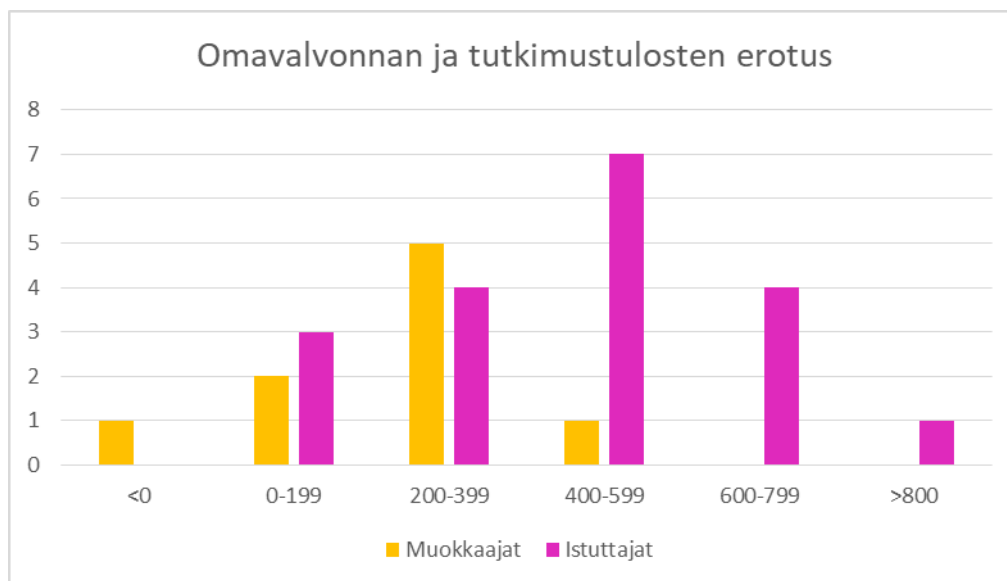


KUVIO 5. Maanmuokkaajien ja metsureiden työn omavalvonta

Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkka edellyttää sekä urakoitsijoilta että metsureilta omavalvonnan tekemistä. Tästä huolimatta otoksen työmaista lähes 41 % oli sellaisia, jolta kumpaakaan ei löytynyt tutkimusaineistoksi. Tähän voi olla monia syitä. Omavalvontalomakkeet ovat voineet hukkua, tai niitä ei ole yhdistyksen puolesta kiireessä muistettu vaatia urakoitsijoilta.

Omavalvontalomakkeet poikkesivat tutkimuksen koealatuloksista merkittävästi (kuvio 6). Maanmuokkaajien omavalvonnan aineistoa oli vähemmän kuin istutuksen, mutta saatavilla olevasta aineistosta voi päätellä työnjäljen trendin. Maanmuokkaajien omavalvonnalla saamat tiheydet poikkesivat keskimäärin vähemmän mittaustuloksista kuin istuttajien mittaamat tiheydet. Osa muokkaajista sekä istuttajista oli ottanut koealoja alle sen

määrän, kuin omavalvonnan ohjeistuksessa oli suositeltu. Muita laadunvalvonnan kannalta merkittäviä tietoja omavalvonta-aineistosta ei puuttunut.



KUVIO 6. Omavalvonnan ja tutkimuksessa mitatun muokkausjäljen sekä istutuksen tiheyden erotus kpl/ha

Tutkimuksessa kaikkein eniten huomiota kiinnitti tutkimustulosten ja muokkaajien sekä istuttajien omavalvonta-aineiston tulosten suuret poikkeamat. Todennäköinen syy tähän on, että omavalvonnan sekä tutkimuksen ohjeet koealan ottoon eroavat toisistaan. Istutuksen omavalvontalomakkeessa koealan valitseminen työmaalta ei ole ohjeistettu tarkasti. Lisäksi metsureita on paljon, joten todennäköisesti jokainen suorittaa koealojen mittauksen hieman omalla tavallaan, omavalvonnan mittausohjetta varioiden. Erityisesti istuttajien mittaukset poikkesivat mittaustuloksista radikaalisti. Suurimmalla osalla metsureiden omavalvonnan tulokset poikkesivat yli 200 taimen verran hehtaaria kohden. Suhteellisesti maanmuokkaajien omavalvonnan tulokset poikkesivat mittaustuloksista vähemmän kuin metsureiden (kuvio 6). Suurin osa muokkaajien omavalvonnasta poikkesi alle 200 taimen verran hehtaaria kohden. Tuloksesta voidaan päätellä, että muokkaajien tekemä omavalvonta on systemaattisempaa kuin istuttajien.

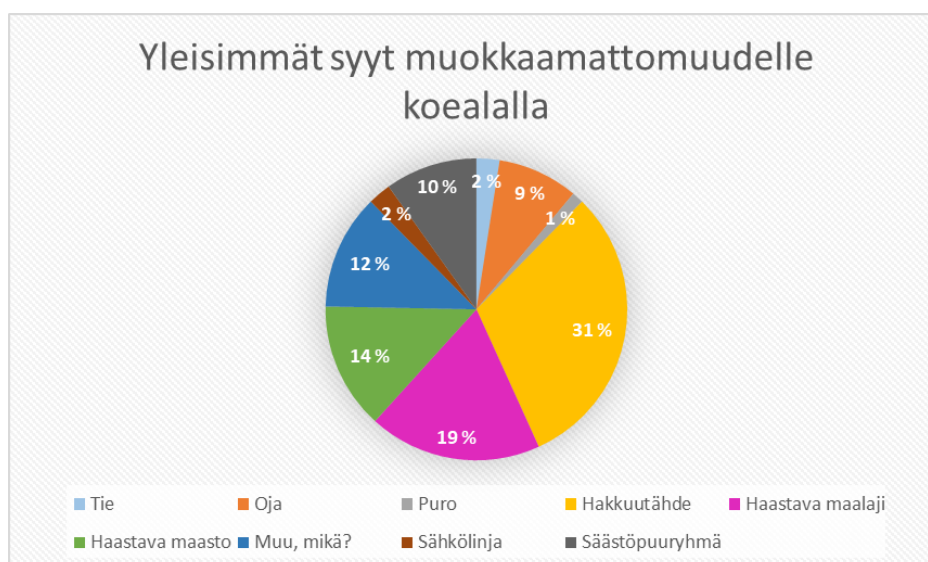
5.3 Työmaiden ominaisuudet

Mikäli todellisia syitä vajaan istutustiheydelle ei koealta löytynyt, etsittiin mahdollisia syitä. Lisäksi verrataan maanmuokkaajien ja metsureiden työnjäljen eroavaisuuksia. Syitä

muokkausjäljen vajaalle tiheydelle, joita on hankala ottaa huomioon uudistamistoimenpiteitä suunnitellessa, voivat olla haastava maalaji, haastava maastonmuoto, hakkuutähteet uudistusosalalla tai muut mahdolliset syyt.

Työmaiden ominaisuudet vaihtelivat jonkin verran. Suurimmalla osalla työmaista oli kivistä ja kallioista, mikä on vaikuttanut maanmuokkauksen sekä istutuksen onnistumiseen. Osa työmaista kärsi liiasta kosteudesta, mutta kosteilla paikoilla oli maanmuokkaaja yleisesti osannut vaihtaa muokkausmenetelmää. Tasaisia työmaita oli muutamia, mutta suurimmalla osalla työmaista oli paljon korkeuserojen vaihtelua. Työmailla oli myös muokkauksen ja istutuksen estäviä tekijöitä, kuten säästöpuuryhmiä, metsäautoteitä ja energia-puukasoja.

Maastomittauksissa kiinnitettiin huomiota muokkaukseen ja istutukseen sekä niihin vaikuttaviin tekijöihin. Jos koealalla muokkausjälki oli harva, merkittiin ylös todennäköiset syyt harvalle maanmuokkaukselle, mikäli sellaisia selvästi havaittiin. Mahdollisia syitä ovat esimerkiksi metsäautotie tai ajoura, pienvesistö kuten puro tai oja, energiapuukasa tien varressa tai paksu hakkuutähdekasa uudistusosalalla, sähkölinja tai säästöpuuryhmä. Lisäksi kiinnitettiin huomiota maastoon, jolla koeala sijaitsi, sekä maalajiin, mikäli se oli haasteellinen. Haastava maalaji johtuu kivisyydestä tai siitä, että kivennäismaakerros kallion päällä on ohut tai sitä ei ole lainkaan. Haastava maalaji voi tarkoittaa myös poikkeuksellisen kosteita olosuhteita, mutta tällaisia oli tutkituista työmaista erittäin vähän. Koealoista 22 %:lla havaittiin yksi tai useampi todennäköinen syy, minkä takia muokkaus oli jäänyt harvaksi. Yleisimmät mahdolliset syyt harvalle muokkaustiheydelle (kuvio 7) olivat hakkuutähde työmaalla 31 %, haastava maalaji 19 % ja haastava maasto 14 %. Suurimmalla osalla koealoista, joissa muokkausjälki on jäänyt harvaksi, ei kuitenkaan löytynyt syytä, joka olisi hankaloittanut onnistuneen muokkausjäljen toteuttamista.



KUVIO 7. Yleisimmät syyt harvalle muokkaustiheydelle koealalla

Suurimmalla osalla tutkituista työmaista, kaikkiaan 79 %:lla oli säästöpuita tai säästöpuuryhmiä. Keskimääräinen säästöpuuryhmän koko oli 174,5 neliometriä, eli 0,017 hehtaaria. Koska säästöpuut ovat eläviä puita, tulee muokausjäljen etäisyys niistä olla vähintään 2 metriä, jotta maanmuokkaus ja koneet eivät vahingoita elävien puiden juuristoa. Tämä hieman nostaa muokkaamattoman maan pinta-alaa työmaalla. Monilla työmailla oli pystylahopuita, mutta vain harvalla runsaasti maalahopuita.

Haastava maalaji koealalla tarkoittaa tutkituilla työmailla lähes poikkeuksetta humus- ja kivennäismaakerroksen ohuutta tai puutetta. Tällöin kallio oli lähellä maanpintaa tai näkyvissä (kuva 8). Myös kasvupaikan kivisyyttä esiintyi. Ainoastaan yhdellä otoksen työmaista sijaitsevilla koealoilla haastava maalaji merkitsi työmaan merkittävää kosteutta.



KUVA 8. Kallio (Tervonen, 2017)

Yleisiin huomioihin työmailta merkittiin, mikäli työmaalla sijaitsi muokkaamaton kallio- tai rinnealue. Tällaisia esiintyi 13 %:lla otoksen työmaista. Keskimäärin muokkaamattoman kallio- tai rinnealueen koko oli silmämääräisesti arvioituna sekä tietojärjestelmän paikkatietoaineiston mittaustyökalulla laskettuna 0,081 hehtaaria. Erityisen paljon ongelmia maanmuokkauksen sekä metsänistutuksen toteutuksessa oli, jos työmaalla oli sekä haastava maasto että haastava maalaji. Haastava maasto tarkoitti lähinnä jyrkkiä rinteitä, sillä millään tutkimistani työmaista ei ollut merkittävästi upottavan kosteaa. Työmaalla maaston kaltevuus tekee uudistamistoimista haastavampaa, kuin se olisi tasaisella maalla (kuva 9).



KUVA 9. Rinteessä sijaitseva työmaa (Tervonen, 2017)

Tutkittavista työmaista 8 %:lla sijaitsi auki pidettävä ajoura tai metsäaitotie (kuva 10). Metsäautoteitä ja auki pidettäviä ajouria ei ollut merkitty karttaan, joten ne vievät pinta-alaa uudistamistoimenpiteiltä. Keskimäärin tien tai ajouran leveys on 4 metriä.



KUVA 10. Metsäautotien työmaalla (Tervonen, 2017)

10 %:lla tutkituista työmaista metsäautotien varteen oli kasattu energiapuukasoja, jotka oli jätetty kuivumaan ennen kaukokuljetusta (kuva 11). Energiapuukasat oli sijoitettu tien viereen niin, että ne vievät taimikolta tilaa uudistusalalla. Tällaisten työmaiden pinta-ala oli keskimäärin 2,425 hehtaaria. Energiapuukasa vei uudistamistoimenpiteiltä maa-alaa keskimäärin 0,021 hehtaaria.



KUVA 11. Energiapuukasa (Tervonen, 2017)

Työmailla merkittiin ylös kultakin koealalta luonnontaimet, mikäli niitä oli. Tämän lisäksi maastolomakkeeseen merkittiin, jos luonnontaimia sijaitsi paljon esimerkiksi työmaan reunalla tai suojakaistoilla. Näitä ei olla kuitenkaan laskenut mittauksiin, sillä mikäli luonnontaimet ovat ryppäissä, ei niillä ole taimitiheyttä täydentävää vaikutusta. Koealoilla sijaitsevia luonnontaimia oli 30 työmaalla, eli 77 %. Keskimäärin työmaalla oli luonnontaimia 155 kappaletta hehtaarilla.

Luonnontaimia oli taimikkoa täydentävässä ominaisuudessa suurimmalla osalla työmaista. Luonnontaimien määrä 155 kappaletta hehtaarilla kompensoi osittain harvaa taimitiheyttä. Luontaisen taimettumisen tulisi kompensoida myös istutustaimien kuolleisuutta. Koska taimitiheys on jo lähtökohtaisesti lähes kaikilla työmailla harva, luonnontaimien täydentävä vaikutus jää melko vähäiseksi.

Yksittäin esimerkiksi energiapuukasalla tai säästöpuuryhmällä ei ole kovinkaan suurta taimikon perustamista rajoittavaa vaikutusta. Mikäli rajoittavia tekijöitä kuitenkin on uudistusalalla useita, voi taimikon metsänuudistus hankaloittua huomattavasti. Esimerkiksi eräällä työmaalla on sekä säästöpuuryhmä 100 neliometriä että energiapuukasa 560 neliometriä. Työmaan pinta-ala on 3,00 hehtaaria. Muokkausala pienenee 2,93 hehtaariin, eli suositusten mukaisen istutustiheyden mukaan 119 taimen verran. Mikäli työmaa on ominaisuuksiltaan haasteellinen, esimerkiksi todella kivinen, hankaloituu uudistaminen entisestään. Luonnontaimien taimikkoa täydentävän vaikutuksen ansiosta työmaalle saadaan todennäköisesti aikaan täystiheä taimikko.

Tutkimuksessa mitattiin muokkausjäljen etäisyys säästöpuuryhmistä ja muista huomiotavista kohteista, kuten ojista ja teistä. Etäisyys näihin kohteisiin oli tutkituilla työmailla suositusten mukainen. Etäisyys elävistä puista on Hyvän metsänhoidon suositusten (2016) mukaan kaksi metriä. Tämä pätee siis myös muokkausjäljen etäisyyteen metsänreunasta. Keskimäärin muokkausjäljen etäisyys metsänreunasta oli tutkituilla työmailla 3,35 metriä. Vaihteluväli oli noin 0–10 metriä. Useimmissa tapauksissa metsänreunan ja muokkausjäljen väliseen muokkaamattomaan maahan ei ollut istutettu taimia.

5.4 Metsätoimihenkilön työn laatu

Jotta metsänuudistustyömaan pinta-alan saisi arvioitua mahdollisimman tarkkaan oikein, tulee tietojärjestelmän kuvionrajat päivittää täsmällisiksi. Kuvion kiinteät ominaisuudet, kuten metsäautotiet, auki pidettävät ajourat, vesistöjen suojakaistat, sähkölinjat ja muut vastaavat on rajattava pois kuviolta.

Myös sellaiset kuvion ominaisuudet, jotka eivät ole kiinteitä, tulisi kuviotietoihin määritellä mahdollisimman tarkkaan. Mikäli uudistusalueelle jätetään laajoja säästöpuuryhmiä tai uudistamistöiden aikaan kuviolla sijaitsee energiapuuväestöä, on niiden pinta-ala huomioitava uudistamistöiden tekemisessä. Metsäasiantuntija voi vaikuttaa uudistamistöjen laatuun hyvän työmaasuunnittelun lisäksi hyvillä maanmuokkaajille ja metsureille antamallaan työmaaoheilla.

Hakkuutähteiden sijoitteluun ja määrään voi metsätoimihenkilö vaikuttaa jo työmaaoheissaan uudistushakkuun tekijälle. Yleisin tutkimuksessa havaittu syy koealalla maanmuokkauksen huonolle laadulle oli koealalla sijaitsevat hakkuutähteet. Hakkuutähdeksat olivat paksuja ja jossain tapauksessa ne oli sijoitettu rinteeseen, jossa jo valmiiksi on hankalat maanmuokkausolosuhteet. Uudistusalueelle jätetyllä hakkuutähteen määrällä ja sijoittelulla on suuri vaikutus maanmuokkauksen onnistumiseen.

Osa työmaiden ominaisuuksista, kuten säästöpuuryhmät, metsäautotiet, vesistöt ja energiapuukasat ovat sellaisia, jotka hankaloittavat maanmuokkausta. Säästöpuuryhmiin ja vesistöihin on suojakaista, ja metsäautoteiden päältä sekä energiapuukasojen alta ei voi muokata. Tällaisia uudistustyömaan kohteita ei ole merkitty kaikkiin Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan metsäsuunnitelmien kuviotietoihin. Koska tilattava taimimäärä arvioidaan aina kuviotiedoista ilmenevän pinta-alan perusteella, on arviointia mahdotonta tehdä tarkasti. Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkka on kuitenkin huomionut pinta-alaa pienentävät seikat arvioidessaan taimimäärän automaattisesti 200 kappaletta alhaisemmaksi kuin suositusten mukainen määrä olisi.

Kuitenkin osa työmaan ominaisuuksista on muokkaus- sekä istutustiheyden kannalta sellaisia, joihin toimihenkilön on hankala vaikuttaa työmaita suunnitellessa. Kivinen maasto, olematon kivennäismaa- sekä humuskerros ovat työmaan ominaisuuksia, joiden uudistamisen laatua heikentäviä vaikutuksia voidaan ehkäistä maanmuokkaajien sekä istuttajien

ammattitaidolla. Tällaisissa tapauksissa metsätoimihenkilön olisi syytä harkita kuviolle vaihtoehtoisia uudistustapoja.

5.5 Tutkimuksen luotettavuus

Opinnäytetyön tekijä arvioi tehdyn tutkimuksen luotettavuutta kirjassa Tilastollinen tutkimus (Heikkilä 2014) esiteltyjen kriteerien mukaisesti. Kvantitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden mittaamisessa on huomioitava sekä tutkimuksen validiteetti eli pätevyys, että reliabiliteetti eli luotettavuus. Lisäksi arvioidaan otoksen edustavuutta.

5.5.1 Tutkimusongelma ja otos

Tutkimuksen lähtökohtana toimi ongelma taimien ylijäännistä, ja tähän ongelmaan pyrittiin tutkimuksessa etsimään syitä. Ongelma rajattiin selkeästi tutkimuksen alkuvaiheessa. Syitä ongelmaan löytyi työmaiden ominaisuuksista ja niiden suunnittelusta. Yksi syy ongelmaan oli myös maanmuokkaajien ja metsureiden heikko työnjälki. Jotta heikolle työnjäljelle löytyisi selitys, tulisi sen tutkimukseen paneutua lisää esimerkiksi laadullisella tutkimuksella haastattelun keinoin.

Luotettavuutta mittaa myös, kuinka hyvin valittu otos vastaa perusjoukkoa. Tässä tutkimuksessa vastaavuutta tutkittiin tilastollisesti selvittämällä otoksen p-arvoja. P-arvo mittaa sitä, kuinka suurella todennäköisyydellä otos eroaa perusjoukosta. Mitä pienempi p-arvo, sitä todennäköisempää on, että otos vastaa perusjoukkoa. P-arvo selvitettiin Excel-ohjelman T-testillä. Selvittämiseen käytettiin kahden riippumattoman otoksen vertailuna suoritettua kaksisuuntaista testiä. Testaus päätettiin suorittaa kahden riippumattoman otoksen vertailuna, sillä osasta työmaista oli dokumentoitu sekä tutkimuksen että oma-valvonnan tulokset. Kaksisuuntaista testiä käytettiin, sillä ennen testin suorittamista ei ollut tiedossa, kumman ryhmän keskiarvo olisi suurempi. (Taanila 2016.) Kaksi riippumattomasta otosta olivat tutkimuksen koealamittausten tulokset sekä maanmuokkaajien ja istuttajien omavalvontojen tulokset.

Mikäli p-arvo on alle 0,05 (5 %), voidaan otosta verrata perusjoukkoon (Taanila 2016). Testin tuloksena tuli p-arvoksi maanmuokkauksen osalta 0,004180 (0,418 %) ja istutuksen osalta 0,000001 (0,0001 %). Tämä tarkoittaa, että todennäköisyys erojen otantavirheelle on pieni. Voidaan siis todeta, että tutkimuksen otos edustaa perusjoukkoa, eli Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan alueella toteutettuja taimikonperustamisen kannalta epäonnistuneita työmaita. Näin ollen tutkimusta voidaan pitää luotettavana.

Perusjoukko rajattiin Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan toimialueella sijaitseviin epäonnistuneisiin uudistustyömaihin. Vertailun vuoksi tutkittiin myös joitain onnistuneita työmaita. Kenttäesimiehet valitsivat tutkittavat työmaat niin, että jokaiselta toimialueelta tutkittiin kymmenen epäonnistunutta ja kolme onnistunutta työmaata. Otos valittiin systemaattisesti. Onnistumisen lisäksi otoksen valintaan vaikuttivat työmaan sijainti, saavutettavuus ja se, että työmaa on istutettu vuoden 2017 aikana. Otoksen valinta olisi tutkimuksessa voinut olla satunnaisempaa. Kuitenkin otos edustaa hyvin perusjoukkoa, ja on riittävän suuri, jotta tutkimusongelmaan vaikuttavat yleisimmät syyt saatiin selvitettyä. Virheen mahdollisuus tutkimuksen tekijän mittauksissa on olemassa, mutta se jää vähäiseksi otoksen suuren koon perusteella.

5.5.2 Suunnitelma ja raportointi

Tutkimustulokset tilastoitiin ja käsiteltiin Excel-ohjelmalla. Tulokset syötettiin ohjelmaan käsin. On siis mahdollista, että syöttövaiheessa on tapahtunut satunnaisia virheitä. Tulokset on kuitenkin tarkistettu syötön jälkeen, jotta mahdollisten virheiden määrä jäisi pieneksi. Tilastollisten menetelmien hallinta oli tässä opinnäytetyössä keskinkertaista. Tulokset on esitetty pääosin selkeästi, mutta muuttujien välisiä riippuvuuksia ei ole raportissa esitelty.

Tutkimussuunnitelma oli joustava, joten aikataulussa pysyttiin. Tiedonkeruumenetelmä valikoitui opinnäytetyön tilaajan ja tekijän yhteisymmärryksessä. Tutkimus suoritettiin niin, että se on mahdollista toistaa samanlaisin tuloksin. Tiedonkeruumenetelmä myös vastasi hyvin tutkimuksen tarvetta, sillä tutkimus pysyi aikataulussa ja sillä saavutettiin toiminnan kehittämisen kannalta olennaisia tuloksia.

6 KEHITYSEHDOTUKSET JA YHTEENVETO

Kaiken kaikkiaan tutkimustyö osoittaa, että Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan työnä toteutetun maanmuokkaus- ja uudistamistoimenpiteiden laadussa on paljon parannettavaa. Maanmuokkauksen sekä istutuksen laatu oli suurimmalla osalla tutkimuksen työmaista heikkoa. Vajaalle taimitiheydelle ei ole yhtä yksittäistä syytä, vaan se on syntynyt useiden tekijöiden summana.

6.1 Huomioita työn laadusta

Merkittävästi työn laatuun on vaikutusta uudistusalan suunnittelulla sekä maanmuokkaajien ja metsureiden hyvällä ohjeistuksella. Vaikka taimien tavoitemäärää työmaata kohden on laskettu, myös muut tekijät vaikuttavat työn laatuun jolloin tuloksena on keho palvelu. Metsätoimihenkilön tulisi työmaan suunnittelussa kiinnittää huomiota lähtökohteisesti pinta-alan tarkkuuteen, jotta taimimäärän arvio olisi lähellä todellisuutta. Metsäautoteiden, auki pidettävien ajourien, suojakaistojen, sähkölinjojen ynnä muiden taimikon perustamista rajoittavien työmaan ominaisuuksien huomioiminen parantaa taimimääräarviota. Tämä ymmärrettävästi vie työmaan suunnittelijalta aikaa, mutta toisaalta tarkkuus on iso tekijä työn laadun seurannassa ja parantamisessa. Kivisille ja kallioiset paikoille voisi istuttamisen sijaan harkita muita mahdollisia uudistustapoja, kuten kylvöä tai luontaista uudistamista.

Maanmuokkaajille ja metsureille tulee antaa tarkemmat työohjeet, joista on pidettävä kiinni. Kaikki lähtee maanmuokkauksesta, sillä istutuskohdat määräytyvät sen mukaan. Maanmuokkaajille ohjeistetaan tällä hetkellä muokkaustiheydeksi 1800 kappaletta hehtaarille, mutta jatkossa ohjeistusta voi nostaa esimerkiksi 2000 kappaleeseen. Keino todennäköisesti nostaisi myös istutustiheyttä, sillä istutustiheys on pitkälti riippuvainen muokkausjälkien tiheydestä.

Tutkimuksen mukaan maanmuokkaajien ja metsureiden työn laadussa on kehitettävää. Tässä opinnäytetyössä ei tutkittu, mitä ovat työn heikon laadun syyt. Jatkotutkimuksen voisi toteuttaa laadullisesti haastattelemalla urakoitsijoita sekä yhdistyksen toimihenkilöitä käytettyjen menetelmien ja seurantajärjestelmien hyödyllisyydestä.

Taimikon perustamisen arvioitu pinta-ala on todellisuudessa tarkempi, mikäli maanmuokkaajat noudattavat suojakaistojen minimeitä. Muokkausjäljen etäisyys elävästä puusta on kaksi metriä, ojasta yhden metrin ja niin edelleen. Kun näistä minimeistä yritetään pitää kiinni, osuu pinta-ala-arvio lähemmäs todellisuutta.

Mikäli muokkausjälki huolellisesta ohjeistuksesta ja työn laadun seurannasta huolimatta jää harvaksi, on metsurit ohjeistettava istuttamaan myös muokkaamattomaan maahan. Tässä tapauksessa taimien mahdollisuudet selviytyä ovat heikommat, joten taimikon jälkiseurannan on oltava huolellista.

6.2 Laadunseuranta

Maanmuokkaajien ja metsureiden tekemän omavalvonnan tulisi olla systemaattista. Tämä tarkoittaa sitä, että mittaustavan tulisi olla kaikilla sama. Mielivaltaisuus koealojen valinnassa tulisi karsia, jotta koealojen paikat olisivat objektiivisia. Jos omavalvonnan mukaan taimitiheys on täyttynyt mutta taimia jää työmaalta siitä huolimatta yli, olisi hyvä tehdä työmaalle tarkastus. Kaikissa tilanteissa, joissa laatu todetaan heikoksi, tulisi metsänhoitoyhdistyksen toimia välittömästi konkreettisesti ongelman korjaamiseksi. Metsänhoitoyhdistys voi myös siirtyä sähköiseen omavalvontaan. Urakoitsijat voivat lähettää omavalvontalomakkeet sähköpostilla tai omavalvonnan seuraamiseen tarkoitettua mobiilisovelluksen kautta. Tällöin omavalvonnan seuraaminen ja arkistointi helpottuvat. Riski siitä, että omavalvonta unohdetaan ja siitä, että valvontalomake katoaa, pienenee. Työn laadunseurannan kehityksestä olisi hyvä tehdä jatkotutkimus, jotta löydetään juuri Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkalle sopiva seuranta- ja menettelytapa.

Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkka on ottanut syksyllä 2017 yhteen maanmuokkausurakoitsijan kaivinkoneeseen käyttöön Asta-sovelluksen, jonka avulla pystytään seuraamaan muokkausjälkien määrää. Koska kokeilu on tuore, Astan käytön vaikutuksia ei ole vielä ehditty tutkia. Mikäli sovellus on toimiva ja sen käytöstä on hyötyä, se tai sen kaltainen jokin muu sovellus olisi laadunvalvonnan kannalta tehokas apuväline.

6.3 Yhteenveto

Työn tekemisen metodeissa on parantamisen varaa niin toimihenkilön, maanmuokkaajan kuin istuttajankin osalta. Taimikonperustamisen työnjäljen laatua voidaan tutkimuksen mukaan parantaa monella eri tavalla ja osa-alueella. Huolellinen suunnittelu, koulutus, tarkat työmaaohjeet, työnlaadun seuranta ja laadun parantaminen prosessin eri vaiheissa ovat tie hyvään työnjälkeen ja tavoitteiden täyttymiseen.

Lisäksi työnlaadun seurannassa on metsänhoitoyhdistyksellä parannettavaa. Omavalvonta tulee tehdä systemaattisesti ja siihen tulee antaa tarkemmat ohjeet. Yhdistyksen on jatkossa huolehdittava, että omavalvonta varmasti toteutetaan. Laadun seurannan arkistointia tulee kehittää niin, että dokumentit ovat keskitetysti samassa paikassa. Työn huonon laatuun on konkreettisesti puututtava ajoissa, jotta vältetään merkittäviltä tappioilta. Maanmuokkaus sekä metsänistutus ovat osa Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan palveluita, ja laadukkaat palvelut edistävät asiakassuhteita, liiketoiminnan kasvua sekä mainetta.

LÄHTEET

Finèr, L. Luoranan, J. Saska, T. Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokkausopas. Metsäntutkimuslaitos.

Heikkilä, T. 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. Helsinki. Edita Publishing Oy.

Heiskanen, J. Luoranan, J. Saska, T. 2013. Maanmuokkausmenetelmän vaikutus kuusen paakkutaimien istutuksen jälkeiseen menestymiseen roustealttiilla moreenimaalla. Metsätieteen aikakausikirja. 2/2014.

Hillebrand, K. 2009. Energiapuun kuivaus ja varastointi. Tutkimusraportti. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

Immonen, K. Kauppinen, A. Kuru, K. Tamminlehti M. Kallonen, J. Strandström, M. 2000. Maanmuokkauksen koulutusaineisto, Metsäteho. Luettu 28.2.2018.

Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. 2012. Hyvän metsänhoidon suositukset -Vesiensuojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.

Jäppinen, J. Keto-Tokoi, P. Kuuluvainen, J. Kuuluvainen, T. Kuusinen, M. Niemelä, J. Ollikainen, M. 2004. Suomen metsien monimuotoisuuden turvaaminen. Metsätieteen aikakausikirja. 4/2004.

Koistinen, A. Johnny, S. Vanhatalo, K. Väisänen, P. Äijäjä, O. 2014. Hyvän metsänhoidon suositukset, Metsänhoito. Metsäkustannus.

Kolström, T. Kubin, E. Ruuska, J. Saarinen, M. Valkonen, M. 2001. Onnistunut metsänuudistaminen. Metsäntutkimuslaitos. Metsälehti kustannus.

Kujala, A. Kenttäesimies. Haastattelu opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti. antti.kujala@mhy.fi. Luettu 7.3.2018.

Kytö, M. Viiri, H. 2001. Tukkimiehentäituhot ja niiden torjunta. Metsätieteen aikakausikirja 2/2001. Metsäntutkimuslaitos.

Nerg, J. Saksa, T. 2008, Kuusen istutus, luontainen uudistaminen ja näiden yhdistäminen, Metsätieteen aikakauskirja 4/2008. Metsäntutkimuslaitos.

PEFC FI 1002. PEFC-metsäsertifiointin kriteerit. Helsinki. Suomen PEFC-standardi. Luettu 28.2.2018. http://pefc.fi/wp-content/uploads/2016/09/PEFC_FI_1002_2014_Metsaertifiointin_kriteerit_20141027.pdf

Rantala, S. 2014. Metsäkoulu. Metsäkustannus.

Saksa, T. Tervo, L. Kautto, K. 2002. Hakkuutähde ja metsänuudistaminen. Hakkuutähden korjuun vaikutukset metsänuudistamiseen tutkimushankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitos.

Taanila, A. Kahden riippumattoman otoksen vertailu. 2016. Luettu 4.5.2018. <https://tilastoapu.wordpress.com/2012/02/14/kahden-riippuvan-otoksen-vertailu/>

Taanila A. Merkitsevyys. 2016. Luettu 4.5.2018. <https://analysointi.wordpress.com/merkitsevyys/>

Tiedä ennen kuin toimit sähköverkon läheisyydessä. Esite. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto.

Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä. 30.12.2013/10.

Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä. 30.12.2013/11.

LIITTEET

Liite 1. Maastomittauslomake

Maanmuokkauksen sekä istutuksen tutkimuslomake

Mittauspäivä:

Maanomistaja
Kunta
Hankennumero
Maanmuokkaaja, muokkausajankohta
Istuttaja, istutusajankohta

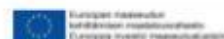
Puulajit
Uudistusalalle tehty muokkaus
Kuvion numero
Kuvion pinta-ala (ha)
Istutustiheystavoite (kpl/ha) 1800

Koealasäde 4 m	Muokkausjälki				Istutettuja taimia, kpl				Luonnontaimia, kpl		Huom
	Onnistuneet, kpl	Epäonnistuneet, kpl	Mahdollinen syy muokkaamattomuudelle	kpl/ha	Puulaji	Muokkausjäljessä	Muu paikka	kpl/ha	Muu paikka	kpl/ha	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Keskiarvo											

Mahdolliset syyt muokkaamattomuudelle			Muokkaamaton ala	
1	tie	11 Sähkölinja	Muokkaamattoman alan arvioitu määrä	
2	energiapuukasa	12 Säästöpuuryhmä		
3	oja	13 Metsän reuna	Muokkausjäljen etäisyys metsänreunasta, (ka)	
4	lähde			
5	puro		Muokkausjäljen etäisyys muusta huomioitavasta kohteesta, (kohde, ka)	
6	muu, suurempi vesistö			
7	hakkuutähde			
8	haastava maalaji			
9	haastava maasto			
10	muu, mikä?			

Muut huomiot työmaasta:

Liite 2. Maanmuokkauksen omavalvontalomake



Maanmuokkauksen omavalvontamittaus

Muokkausalan tunnistetiedot

1. Maanomistaja	2. Kunta	3. Kylä
4. Tilan nimi ja rekisterinro	5. Hankenumero	6. Kuvion nro
7. Kuvion pinta-ala	8. Yritys ja työntekijä	

Suunniteltu muokkaus (rastita)

9. Kone	Pyörivä kalvinkone <input type="checkbox"/> Traktorikalvuri <input type="checkbox"/> Muu <input type="checkbox"/> mikä:		
10. Menetelmä	Mitätäys <input type="checkbox"/>	Kannonnosto + muokkaus <input type="checkbox"/>	Leikutus <input type="checkbox"/> Muu menetelmä/väline, mikä?
11. Välineet	Mitätäysiovy <input type="checkbox"/>	Leikkukääntömitätäyskauha <input type="checkbox"/>	Ojakaiva <input type="checkbox"/> Kannonnostolaite <input type="checkbox"/> Tasakärkinen kauha <input type="checkbox"/>
12. Tähteysovoite, muokkausjälkeä/ha	13. Arvioitu työajanmenekki, tunti		14. Koealojen mittaaväli, tunti

Muokkausjäljen mittaus

Koealaväli 4 m												
Viiljelykelpoisten muokkausjälkien määrä						Lähin muokkausjälki			Muut huomiot (rastita)			
Koeala nro	Leikkamittat (kpl)	Ojaimittat (kpl)	Kääntömittat (kpl)	Leikut (kpl)	Muokkausjälkiä yhteensä	Pituus (cm)	Leveys (cm)	Korkeus (cm)	Maalaji			Hakkuutähde
	Karkea	Hieno	Turve									
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
Laske ainostaan muokkausjäljet, joiden viiljelytyyppi sijaitsee koealalla:		Yhteensä				Pituus, leveys ja korkeus mitataan koealan keskiosasta lähimmästä muokkausjäljestä viiden cm tarkkuudella (leikusta ja kääntömittat mitataan vain pituus ja leveys).			Kivisyys ja hakkuutähde rastitetaan, jos ne ovat koealalla oleellisesti rajoittaneet muokkausedellytyksiä.			
		Keskiarvo										
Yhteensä koealojen luk. x 200 = muokkausjälkeä hehtaaria		Muokkausjälkeä hehtaaria (vertaa kohtaan 12.)										

Ympäristön ja vesien suojele (rastita)

Suoja-alueiden ja veden läsnäolon (pääty)					Mitattavien koealojen määrä kohteella (ympyrät)		
Suoja-alueita <input type="checkbox"/>	Kaivukatko <input type="checkbox"/>	Lietekuoppa <input type="checkbox"/>	Laskeutusallas <input type="checkbox"/>	Pintavalutuskenkä <input type="checkbox"/>			
Muokkauksen lisäksi kaivettu oja:		Muu toimenpide, mikä?			Kuvion pinta-ala, ha	Koealojen lukumäärä	
m							
Huomioita/korjausehdotuksia:					0,5 – 1,9	5	
					2 – 3,9	6	
					4 – 5,9	7	
					6 – 7,9	8	
					8 – 9,9	9	
					10+	10	
					koealojen mittaaväli (h) = $\frac{\text{arvioitu työaika (h)}}{\text{koealojen luk.}}$		

Päiväys (työn valmistumisajankohdaksi)	Työntekijän allekirjoitus
--	---------------------------

Liite 3. Metsänistutuksen omavalvontalomake

1 (2)

Metsänistutuksen omavalvontamittaus



Uudistettavan kohteen tiedot

1. Maanomistaja	2. Kunta
3. Kylä	4. Tien nimi ja rekisterinro
5. Hankenro	6. Kuvion nro
7. Kuvion pinta-ala	ha
8. Puulaji(t)	9. Istutuslajistavoite
10. Uudistusaluele tehty muokkaus (rastit)	10. Istutuslajistavoite
<input type="checkbox"/> Mäkitus <input type="checkbox"/> Lakutus <input type="checkbox"/> Aestys <input type="checkbox"/> Muu, mikä?	kpl/ha

Istutuslajien mittaus

Koelataside 4m		Istutettuja taimia, kpl				Lähin taimi			Huomioita
Koelata nro	Puulaji	Muokkaus-järjessä	Muussa paikassa	Yhteensä	Hehtaaria (pinta-ala x 100)	Istutuslajisyys (cm)	Taimen etäisyys (cm)	Tivistäminen tehty (rastit)	
1									Mittaan koelatan keskiosasta lähimpänä olevista taimista. Istutuslajisyys = paakun päällä olevan maakerroksen paksuus sentteinä. Taimen etäisyys = istutetun taimen etäisyys muokkaamattomasta maasta sentteinä. Tivistäminen tehty = maa on poikaistu tiiviiksi taimen ympäriltä.
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Keskiarvo									Euroopan maaseudun kehittämisohjelman tuella Euroopan maaseudun kehittämisohjelman tuella



Metsänistutuksen omavalvontamittaus



Uudistettavan kohteen tiedot

1. Maanomistaja	2. Kunta
3. Kylä	4. Tien nimi ja rekisterinro
5. Hankenro	6. Kuvion nro
7. Kuvion pinta-ala	ha
8. Puulaji(t)	9. Istutuslajistavoite
10. Uudistusaluele tehty muokkaus (rastit)	10. Istutuslajistavoite
<input type="checkbox"/> Mäkitus <input type="checkbox"/> Lakutus <input type="checkbox"/> Aestys <input type="checkbox"/> Muu, mikä?	kpl/ha

Istutuslajien mittaus


Koelataside 4m		Istutettuja taimia, kpl				Lähin taimi			Huomioita
Koelata nro	Puulaji	Muokkaus-järjessä	Muussa paikassa	Yhteensä	Hehtaaria (pinta-ala x 100)	Istutuslajisyys (cm)	Taimen etäisyys (cm)	Tivistäminen tehty (rastit)	
1									Mittaan koelatan keskiosasta lähimpänä olevista taimista. Istutuslajisyys = paakun päällä olevan maakerroksen paksuus sentteinä. Taimen etäisyys = istutetun taimen etäisyys muokkaamattomasta maasta sentteinä. Tivistäminen tehty = maa on poikaistu tiiviiksi taimen ympäriltä.
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Keskiarvo									Euroopan maaseudun kehittämisohjelman tuella Euroopan maaseudun kehittämisohjelman tuella

(jatkuu)

Ohjeita laadukkaaseen istutustyöhön


Mätästyskohteet

- tiivistä mätäs tarvittaessa
- istuta mättään keskelle
- istuta vähintään 5 cm syvyyteen
- tiivistä maa taimen ympäriltä




Laikutuskohteet

- istuta laikun keskelle
- istuta 2-3 cm syvyyteen
- tiivistä maa



Äestyskohteet

- istuta äesvaon korkeimpiin kohtiin
- istuta 2-3 cm syvyyteen
- tiivistä maa



Omavalvonnalla:

- seuraat oman työsi laatua
- huomaat ja korjaat mahdolliset virheet työssäsi
- varmistat laadukkaan lopputuloksen

METLA
METSÄNISTUTUKSEN LAITOS

METSÄNISTUTUKSEN OMAVALVONTA

Mittaa näin:

Aloita istutustyö esim. kuvion nurkasta. Kun olet istuttanut vähintään 20 m x 20 m laajuisen alueen, voit ottaa ensimmäisen koealan. Ota koeala, kun taimivakasta on istutettu viimeinen taimi. Kävele viimeisen taimen istutuskohdasta 10 askelta istutetun alueen keskustaa kohti. Viimeinen askel määrää koealan keskipisteen.

Kuvion pinta-ala, ha	Mittattavia koealoja, kpl
0,5 - 1,5	5
2 - 3,0	6
4 - 6,0	7
8 - 9,0	8
10+	10

Seuraavat koealat otetaan tasavälein työmaalle istutettavan taimimäärän perusteella. Koealojen lukumäärä puolestaan määräytyy työmaan pinta-alan mukaan seuraavasti →

Esimerkki: Jos istutusalan koko on 2 hehtaaria ja istutettavia taimia on 4 000 kappaletta, otetaan 6 koealaa. Ensimmäisen koealan jälkeen muut koealat tulee mitata aina kun on istutettu 650 - 700 tainta



Taimiä:

Taimet lähteneet taimitarhaita	Taimet tuotu uudistusalueille
pvm:	pvm:

Taimet istutettu


pvm:	Työntekijä:
------	-------------



Ohjeita laadukkaaseen istutustyöhön


Mätästyskohteet

- tiivistä mätäs tarvittaessa
- istuta mättään keskelle
- istuta vähintään 5 cm syvyyteen
- tiivistä maa taimen ympäriltä




Laikutuskohteet

- istuta laikun keskelle
- istuta 2-3 cm syvyyteen
- tiivistä maa



Äestyskohteet

- istuta äesvaon korkeimpiin kohtiin
- istuta 2-3 cm syvyyteen
- tiivistä maa



Omavalvonnalla:

- seuraat oman työsi laatua
- huomaat ja korjaat mahdolliset virheet työssäsi
- varmistat laadukkaan lopputuloksen

METLA
METSÄNISTUTUKSEN LAITOS

METSÄNISTUTUKSEN OMAVALVONTA

Mittaa näin:

Aloita istutustyö esim. kuvion nurkasta. Kun olet istuttanut vähintään 20 m x 20 m laajuisen alueen, voit ottaa ensimmäisen koealan. Ota koeala, kun taimivakasta on istutettu viimeinen taimi. Kävele viimeisen taimen istutuskohdasta 10 askelta istutetun alueen keskustaa kohti. Viimeinen askel määrää koealan keskipisteen.

Kuvion pinta-ala, ha	Mittattavia koealoja, kpl
0,5 - 1,5	5
2 - 3,0	6
4 - 6,0	7
8 - 9,0	8
10+	10

Seuraavat koealat otetaan tasavälein työmaalle istutettavan taimimäärän perusteella. Koealojen lukumäärä puolestaan määräytyy työmaan pinta-alan mukaan seuraavasti →

Esimerkki: Jos istutusalan koko on 2 hehtaaria ja istutettavia taimia on 4 000 kappaletta, otetaan 6 koealaa. Ensimmäisen koealan jälkeen muut koealat tulee mitata aina kun on istutettu 650 - 700 tainta



Taimiä:

Taimet lähteneet taimitarhaita	Taimet tuotu uudistusalueille
pvm:	pvm:

Taimet istutettu

pvm:	Työntekijä:
------	-------------

1 TAIMIKON INVENTOINNIN KENTTÄTYÖOHJE

1.1 Inventointitekniikka

Taimikot inventoidaan **kuvioittain** yhtenäisellä koealaverkostolla käyttäen linjoittaista koealaotantaa. Ympyräkoalojen koko on 20 m², joka saadaan 2,52 m säteisellä mittakepillä. Yksi taimi koealalla vastaa 500 tainta hehtaarilla. Koealoja otetaan kuvion pinta-alan mukaan seuraavasti:

Pinta-ala	Koealamäärä
1-3 ha	15 kpl
3,1-10 ha	20 kpl
yli 10 ha	30 kpl

Linja- ja koealaväli saadaan kaavalla:

neliöjuuri luvusta: (kohteen pinta-ala, ha * 10 000 / koealojen lukumäärä).

--> Muuntotaulukko linja- ja koealavälin määrittämiseksi on ohjeen lopussa.

Inventointilinjat suunnataan kohtisuoraan maastomuotoja (harjut, notkelmat) ja/tai uudistusalan pisintä halkaisijaa vastaan. Ensimmäinen koeala sijoitetaan linja- ja koealavälin puolikkaan etäisyydelle kuvion reunasta.

Jos vähintään 1/3 koealasta osuu uudistusalan ulkopuolelle tai muulle pysyvälle taimettumisesteelle (tie, valtaoja, iso kivi tai kallio) koealaa siirretään lyhin mahdollinen matka eteen tai taaksepäin niin, että se osuu kokonaan uudistettavalle ja taimettumiskelpoiselle alalle. Matkan mittausta jatketaan kuitenkin alkuperäisestä koealan kohdasta.

1.2 Kuvion tunniste- ja menetelmätiedot maastomikrolle tai maastolomakkeeseen

Inventoitavien palstojen kuviot siirretään maastomikrolle ennen maastoinventointia. Jos maastomikroa ei ole käytettävissä, kuvioiden kasvupaikka-, puusto- ja metsänhoitovälilehdet tulostetaan FOR Estatesta.

Uudistamismenetelmä ja uudistamispuulaji ovat uudistusalan se menetelmä ja pääpuulaji, jota pinta-alasta on eniten. Kylvetyn alan uudistamismenetelmäksi merkitään aina kylvö, vaikka (jatkuu)

uudistusosalalla olisi siemenpuita tai istutustaimia.

2 (8)

2 Täydennysviljely

Hoitoehdotus ja Aika (kkvvvvv):

1 Ylispuiden poisto

3 Ruohous

4 Varhaisperkaus

5 Muu

Kannot korjattu merkitään kuviolla, jolla on uudistushakkuun yhteydessä korjattu kannot. Jos kuviolla on siemenpuita, merkitään **Siemenpuut korjaamatta**.

Lisätieto -riville kirjataan lyhyesti huomionarvoiset asiat kuten tuhon syy, tuulenkaadot m3, siemen- tai säästöpuiden lukumäärä.

1.3 Koealatiedot maastolomakkeeseen

Koeala			Osa-alue							
Olosuhteet ja menetelmät							Taimimäärät lajeittain, kpl			
Kasvupaikka	Maasto	Maalaji	Muokk.men.	Uud.menet.	Uud.puulaji		Mänty	Kuusi	Koivu	Muu lehtip.
1= Lehto	1=Painanne	1=Karkea	0=Mton	0=Luontain.	1=Kuusi	Istutus				
2= Lehtom	2=Tasam.	2=Kes.kik.	1=Laikutus	1=Kylvö	2=Mänty					
3= Tuorek	3=Rinne	3=Hieno	2=Äestys	2=Istutus	3=Koivu	Kylvö				
4= Kuivahkok	4=Eritt.kiv	4=Turve	3=Laik.mät.	3=Konekylv.	4=Muu					
5= Kuivak			4=Ojit.mät.	4=Koneist		Luontaiset				
6= Karukkok			5= Muu							
						Luontaiset				
						peruspuut				

Koealat numeroidaan juoksevasti mittausjärjestyksessä ykkösestä ylöspäin.

Olosuhde- ja menetelmätiedot määritetään kunkin koealan kohdalta maastossa.

Kasvupaikka

Koealan kasvupaikkatyyppi tai vastaava ravinnetaso.

1=Lehto

2=Lehtomainen kangas

3=Tuore kangas

4=Kuivahko kangas

5=Kuiva kangas

6=Karukkokangas

Maasto

1=Painanne (ilmeinen soistumisriski)

2=Tasamaa tai loivasti kalteva

3=Rinne (kaltevuus yli 15%)

4=Erittäin kivinen

Maalaji sesta.	3 (8) Pääasiallinen maalaji 20 cm:n pintakerrok- 1=Karkea (karkea hiekka, sora, soramo- reeni) 2=Keskikarkea (karkea hieta, hieno hiekka, hiekkamoreeni) 3=Hieno (Savi, hiesu, hieno hieta, hie- noainesmoreeni) 4=Turve
Muokkaustapa	0=Muokkaamaton 1=Laikutus 2=Äestys 3=Laikkumätästys 4=Navero- ja ojitusmätästys 5=Muu

Uudistamismenetelmä

Koealalla käytetyn menetelmän mukaan.
Jos koeala
sattuu viljelyalalle jääneeseen, kokonaan
viljelemättömään kohtaan, uudistamisme-
netelmäksi merkitään kuvion pääasiallinen
viljelymenetelmä.
0=Luontainen
1=Kylvö
2=Istutus
3=Konekylvö
4=Koneistutus

Uudistamispuulaji Viljelyssä käytetty puulaji ja luontaisessa
uudistamisessa pääpuulajiksi tavoiteltava
puulaji

1.5 Taimien lukumäärät uudistamismenetelmittäin

Taimet kirjataan koealoittain taimilajikohtaisesti yhden taimen tark-
kuudella. Luettavien taimien etäisyys toiseen **samaan taimilajiin**
(esim. istutettu mänty) kuuluvaan taimeen tulee olla vähintään 20
cm. Sen sijaan luontainen taimi luetaan mukaan, vaikka se sijaitsisi
aivan istutetun männyn vieressä. Luontaisten taimien maksimi-
määrä koealalla on 20 kpl. Tätä korkeammat määrät merkitään 20
kappaleeksi.

1.5.1 Istutustaimikot

Istutustaimet

Luetaan kaikki normaalikuntoiset sekä sellaiset vialliset taimet, joi-
den uskotaan toipuvan ja voivan tuottaa ainespuuta. Vikoja voivat
olla esimerkiksi: värivika, katkennut latva, häiriintynyt pituuskehitys,

4 (8)

pensasmainen kasvutapa, harsuuntunut, tyvilenkous tms. Kituvia taimia, joiden ei uskota selviytyvän, ei lueta. Istutustaimia voidaan lukea (=järjestelmä hyväksyy) enintään 10 kpl/koeala.

Luontaiset peruspuut

Peruspuutaimi on **elinvoimainen luonnontaimi**, joka voi kasvukuntonsa, pituutensa sekä asemansa puolesta **täydentää** täysipainoisesti **istutustaimikkoa**. **Etäisyys lähimpään istutustaimeseen tai toiseen luontaiseen peruspuutaimeseen on oltava vähintään 1 metri**. Peruspuutaimen **pituuksikasvu vastaa istutustaimien kasvua**. Mikäli koealalla ei ole elossa olevia istutustaimia, verrataan peruspuuksi kelpaavaa luonnontainta viiteen lähiimpään istutustaimeseen. Näin tehdään myös koealan sattuessa istutusalueella viljelemättä jätettyyn kohtaan.

Kuusen ja männyn taimikoissa peruspuutaimeksi kelpaa hyväkuntoinen luontainen havupuu. Koivun istutustaimikoissa peruspuuksi hyväksytään vain hyväkuntoinen luontainen rauduskoivu.

Luontaisia peruspuutaimia voidaan lukea niin monta, että niiden ja istutustaimien yhteismääräksi koealalle tulee **enintään viisi** (= 2500 kpl/ha). Tätä suurempia lukumääriä ei kirjata. Kuusen ja männyn taimikossa peruspuuksi kirjataan ensisijaisesti sama puulaji kuin istutustaimi, mutta ellei samaa puulajia ole riittävästi, luetaan peruspuuksi toinen havupuulaji.

Huom! Luontaisia peruspuita ei vähennetä luontaisiin havupuihin kirjattavista taimista. Ne siis kirjataan kahteen paikkaan.

Luontaiset havupuutaimet

Luetaan elinkelpoiset hyväkuntoiset kuusen ja männyn taimet 20 cm välein. Inventointivuonna syntyneitä sirkkataimia ei lueta eikä myöskään niitä luontaisia taimia, jotka uudistusalan raivauksessa olisi kuulunut raivata pois.

Luontaiset koivut ja muut lehtipuut

Luontaisiin koivuihin ja muihin lehtipuihin luetaan kaikki siemen- ja vesasyntyiset elävät taimet (minimietäisyys 20 cm) sirkkataimia lukuun ottamatta. Samasta kannosta luetaan vain yksi vesa.

1.5.2 Männyn kylvötaimikot

Kylvötaimikot

Kylvötaimiin luetaan **sekä kylvetyt että luontaiset** elinkelpoiset **männynntaimet** 20 cm:n välein. Inventointivuonna syntyneitä sirkkataimia ei lueta eikä myöskään niitä luontaisia taimia, jotka uudistusalan raivauksessa olisi kuulunut raivata pois.

Luontaiset kuusentaimet

5 (8)

Luetaan elinkelpoiset kuusentaimet 20 cm:n välein. Inventointivuonna syntyneitä sirkkataimia ei lueta eikä myöskään niitä luontaisia taimia, jotka uudistusalan raivauksessa olisi kuulunut raivata pois.

Luontaiset koivut ja muut lehtipuut

Luontaisiin koivuihin ja muihin lehtipuihin luetaan kaikki siemen- ja vesasyntyiset elävät taimet 20 cm:n välein sirkkataimia lukuun ottamatta. Samasta kannosta luetaan vain yksi vesa.

Luontaisia peruspuita ei lueta.

1.5.3 Luontaisesti uudistetut taimikot

Luontaiset havupuuntaimet

Luetaan elinkelpoiset luontaiset männyn ja kuusentaimet. Puulajikohtainen minimietäisyys on 20 cm. Inventointivuonna syntyneitä sirkkataimia ja luontaisia peruspuita ei lueta eikä myöskään niitä luontaisia taimia, jotka uudistusalan raivauksessa olisi kuulunut raivata pois.

Luontaiset koivut ja muut lehtipuut

Luetaan kaikki siemen- ja vesasyntyiset elävät koivuntaimet 20 cm:n välein. Sirkkataimia ja luontaisia peruspuita ei lueta. Samasta kannosta luetaan vain yksi vesa.

2 TAIMIKON INVENTOINNISSA TARVITTAVAT VÄLINEET

- w koealakeppi 2,52 m
- w GPS paikannin tai kompassi/bussoli
- w lankamittalaite
- w kirjoitusalus
- w karttalaukku
- w kuviokartta inventointikohteista
- w säänkestävät lomakkeet
- w inventointiohjeet
- w kartta inventoitavista kuvioista (1:10 000)

3 TIETOJEN TALLENTAMINEN

Taimikon inventointitiedot tallennetaan maastomikrolle, josta ne siirretään FOR IT –järjestelmään. Jos maastomikroa ei ole käytettävissä kirjataan inventointitiedot maastolomakkeelle ja tallennetaan erikseen järjestelmään. Taimikon inventointisovellus ohjeiden löytyy:

FOR IT / Metsätalous ja maankäyttö / Metsäsuunnittelu ESTATE / Taimikon inventointi. Järjestelmäsovelluksen Ohje ja Ylläpito-ohje –kohdissa on tarkemmat ohjeet sovelluksen käytölle.

4 INVENTOINTITULOKSEN TARKISTAMINEN

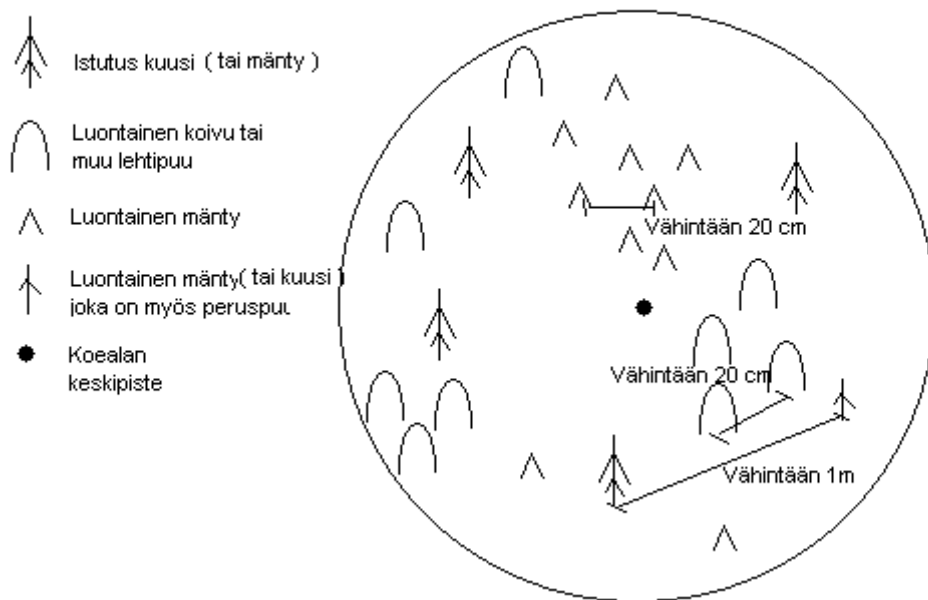
Inventoinnin päätyttyä ota tallentamistasi kuvioista tulosraportti ja käy kuvioittain läpi inventoidut tulokset. Tarkasta poikkeavat tulokset ja korjaa tarvittaessa. Varmista, että tilavastaava saa tiedon hoitotoimenpiteistä vaativista kuvioista.

5 Kuviotietojen päivittäminen

Kun inventointihavainnot on tallennettu metsäjärjestelmään ja tulokset on tarkistettu, voidaan inventoidut puustotiedot päivittää kuviotietoihin. Runkoluvut päivitetään **puulajeittain ala olevan taulukon mukaisesti**. Koivun runkoluvut lasketaan yhteen muu lehtipuu runkoluvun kanssa ja yhteen laskettu tulos tallennetaan puustotietoihin muu lehtipuukoodilla.

Kuusen istutus					Esimerkki:					
Puulaji	Istutus	kylvö	luont.	ppuut	Puulaji	Istutus	kylvö	luont.	ppuut	Yh- teensä
Kuusi	x			x	Kuusi	1028			128	1 156
Mänty	x	x		x	Mänty	x	x		x	0
Koivu			x		Koivu			3583		3 583
Muu lehtipuu			x		Muu lehtipuu			222		222
Männyn istutus					Esimerkki:					
Puulaji	Istutus	kylvö	luont.	ppuut	Puulaji	Istutus	kylvö	luont.	ppuut	Yh- teensä
Kuusi	x			x	Kuusi	x			x	0
Mänty	x	x		x	Mänty	1455	x		423	1878
Koivu			x		Koivu			3068		3068
Muu lehtipuu			x		Muu lehtipuu			2364		2364
Rauduskoivun istutus					Esimerkki:					
Puulaji	Istutus	kylvö	luont.	ppuut	Puulaji	Istutus	kylvö	luont.	ppuut	Yh- teensä
Kuusi	x			x	Kuusi	x			x	0
Mänty	x	x		x	Mänty	x	x		x	0
Koivu	x			x	Koivu	1107			x	1107
Muu lehtipuu			x		Muu lehtipuu			2044		2044
Männyn kylvö ja konekylvömenetelmä					Esimerkki:					
Puulaji	Istutus	kylvö	luont.	ppuut	Puulaji	Istutus	kylvö	luont.	ppuut	Yh- teensä
Kuusi	x		x		Kuusi	x		389		389
Mänty	x	x	x		Mänty	x	722	1056		1 778
Koivu			x		Koivu			278		278
Muu lehtipuu			x		Muu lehtipuu			278		278
Männynluontainen					Esimerkki:					
Puulaji	Istutus	kylvö	luont.	ppuut	Puulaji	Istutus	kylvö	luont.	ppuut	Yh- teensä
Kuusi	x		x		Kuusi	x		1478		1 478
Mänty	x	x	x		Mänty	x	196	4696		4 892
Koivu			x		Koivu			2326		2 326
Muu lehtipuu			x		Muu lehtipuu			870		870
					9 566					

Esimerkki 1. Taimien lukeminen istutuskoealoilla



	Mänty	Kuusi	Koivu	Muu lehtip.
Istutus		4		
Luontaiset	11		9	
Luontaiset peruspuut	1			

Huom! Istutuksilla luontainen peruspui luetaan kahteen kertaan. Luontaisena puuna ja luontaisena peruspui. Esimerkissä luontaisista männistä yksi oli peruspui. Männyn istutustaimikoissa peruspui voi olla myös kuusi.

Linja- ja koealavälin määrittäminen taimikon inventoinnissa:

neliöjuuri luvusta: (kohteen pinta-ala, ha * 10 000 / koealojen lukumäärä)

Pinta-ala ha	Linja- ja koe- alaväli, m	Pinta-ala ha	Linja- ja koe- alaväli, m	Pinta-ala ha	Linja- ja koe- alaväli, m	Pinta-ala ha	Linja- ja koe- alaväli, m
0,5	18	4,0	45	10,5	59	36,0	110
0,6	20	4,1	45	11,0	61	37,0	111
0,7	22	4,2	46	11,5	62	38,0	113
0,8	23	4,3	46	12,0	63	39,0	114
0,9	24	4,5	47	12,5	65	40,0	115
1,0	26	4,6	48	13,0	66	41,0	117
1,1	27	4,7	48	13,5	67	42,0	118
1,2	28	4,8	49	14,0	68	43,0	120
1,3	29	4,9	49	14,5	70	44,0	121
1,4	31	5,0	50	15,0	71	45,0	122
1,5	32	5,2	51	15,5	72	46,0	124
1,6	33	5,4	52	16,0	73	47,0	125
1,7	34	5,6	53	16,5	74	48,0	126
1,8	35	5,8	54	17,0	75	49,0	128
1,9	36	6,0	55	17,5	76	50,0	129
2,0	37	6,2	56	18,0	77	51,0	130
2,1	37	6,4	57	18,5	79	52,0	132
2,2	38	6,6	57	19,0	80	53,0	133
2,3	39	6,8	58	19,5	81	54,0	134
2,4	40	7,0	59	20,0	82	55,0	135
2,5	41	7,2	60	21,0	84	56,0	137
2,6	42	7,4	61	22,0	86	57,0	138
2,7	42	7,6	62	23,0	88	58,0	139
2,8	43	7,8	62	24,0	89	59,0	140
2,9	44	8,0	63	25,0	91	60,0	141
3,0	45	8,2	64	26,0	93	65,0	147
3,1	39	8,4	65	27,0	95	70,0	153
3,2	40	8,6	66	28,0	97	80,0	163
3,3	41	8,8	66	29,0	98	90,0	173
3,4	41	9,0	67	30,0	100	100,0	183
3,5	42	9,2	68	31,0	102		
3,6	42	9,4	69	32,0	103		
3,7	43	9,6	69	33,0	105		
3,8	44	9,8	70	34,0	106		
3,9	44	10,0	71	35,0	108		

Esimerkki:

- kohde 4,5 ha

- koealojen lukumäärä 20 kpl

-> linja ja koealaväli = $\sqrt{(4,5 * 10\,000 / 20)} = 47\text{ m}$

Mikäli kuvion koealamäärä jää säännöllisesti alle tavoitteen, pienennetään linja- ja koealaväliä muutamalla metrillä.